

وزارة التعليم الفني والتدريب المهني

قطاع المناهج والتعليم المستمر

الإدارة العامة للمناهج والوسائل التعليمية



النبات

الجزء النظري

للمعاهد المهنية الزراعية

قسم الإنتاج النباتي

السنة الأولى

الطبعة الأولى - 1431هـ / 2010م

الجمهورية اليمنية
وزارة التعليم الفني والتدريب المهني
قطاع المناهج والتعليم المستمر
الإدارة العامة للمناهج والوسائل التعليمية



النبـــات

الجـــزء النظـــري

للمعاهـــد المهنيـــة الزراعيـــة
السنـــة الأولـــى

إعداد

دكـتور/ منصور عبد الحليم الذبحاني
مهـــندس/ نبـــيل محمـــد عـــثمان
مهـــندس/ مـــارش غـــانم شـــريان

مراجعة

د/ يوســـف الـــشيباني	فنيـاً
م/ زيـد علـي هـادي السعيدي	فنيـاً
م/ أحمـد عبد الرحمن الذاري	منهجياً
أ/ زيـــنب راجـــح ســـعيد	لغـوياً

الطبعة الأولى ـ 1431هـ / 2010م

أعضاء لجنة ضبط الجودة

1-	د/ عبد القادر محمد العلبي	وكيل الوزارة لقطاع المناهج والتعليم المستمر
2-	م/ عبد السلام محمد الزبيدي	الوكيل المساعد لقطاع المناهج والتعليم المستمر
3-	م / علي حمود طاهر	مدير عام المناهج والوسائل التعليمية
4-	م/ عبد الحكيم علي عبده الشميري	مراجعاً منهجياً
5-	م/ جميل علي غدر	مراجعاً فنياً
6-	أ/ عبد الجليل سعيد راجح	مراجعاً لغوياً

أعضاء اللجنة العليا للمناهج

1-	أ.د / إبراهيم عمر حُجري	وزير التعليم الفني والتدريب المهني
2-	م / علوي عبد القادر بافقيه	نائب وزير التعليم الفني والتدريب المهني
3-	د/ عبد القادر محمد العلبي	وكيل الوزارة لقطاع المناهج والتعليم المستمر
4-	أ/ محمد عوض بن ربيعة	وكيل قطاع التخطيط والمشاريع
5-	م / هادي علي أبو لحوم	وكيل قطاع علاقات سوق العمل والقطاع
6-	د/ إبتهاج عبد القادر الكمال	وكيل الوزارة لقطاع المعايير والجودة
7-	م/ عبد السلام محمد الزبيدي	الوكيل المساعد لقطاع المناهج والتعليم المستمر
8-	م / علي زهرة	الوكيل المساعد لقطاع علاقات سوق العمل
9-	أ. د/ سيلان العبيدي	الأمين العام للمجلس الأعلى لتخطيط التعليم
10-	أ/ عبد الوهاب ثابت	نائب رئيس مجلس إدارة جمعية الصناعيين
11-	أ/ وليد محمد العمري	مدير عام الشؤون المالية
12-	م / علي حمود طاهر	مدير عام المناهج والوسائل التعليمية
13-	م/ لبيب عمر سالم	مدير عام مكتب الوزير

تنسيق وإخراج: مجيب بشر

قائمة المحتويات

الموضوع	رقم الصفحة
تقديم	7
مقدمة	9
الوحدة الأولى: الشكل الظاهري للنبات (مورفولوجيا النباتات)	11
1- الصفات العامة للنبات	13
2- أسس التميز بين المملكة النباتية والمملكة الحيوانية	14
3- علم شكل النبات	15
4- الأجزاء المختلفة لنبات زهري	15
5- البذور وإنباتها	16
6- الجذور وأنواعها وأشكالها وتحوراتها	22
7- الساق	26
8- البراعم	30
9- الورقة	30
تقويم الوحدة	39
الوحدة الثانية: الخلية والأنسجة النباتية:	43
1- الخلية النباتية	45
2- الأنسجة النباتية	52
3- الأنسجة المستديمة	54
تقويم الوحدة	62
الوحدة الثالثة: التركيب الداخلي للأعضاء النباتية:	63
1- التركيب الداخلي للجذور في النبات ذي الفلقتين	65
2- التركيب الداخلي للجذور في نباتات ذوات الفلقة الواحدة	67
3- الجذور الجانبية والعرضية	69
4- التركيب الداخلي للساق في نباتات ذوات الفلقتين	70
5- التركيب الداخلي للساق في نباتات من ذوات فلقة واحدة	71
6- إلتحام الأصل بالطعم في التكاثر بالتطعيم	72
7- التركيب الداخلي للورقة في نبات من ذوات الفلقتين وآخر من ذوات الفلقة الواحدة	73
تقويم الوحدة	77

الموضـــــوع	رقم الصفحة
الوحدة الرابعة: أساسيات تصنيف النباتات:	79
1- تصنيــف النبــات	81
2- تسميــة النبــات	82
3- مصادر معلومات تصنيف النباتات	85
4- الطرق المختلفة للتعرف على النباتات	85
5- الهيكل التصنيفي للنباتات	86
تقويم الوحدة	88
الوحدة الخامسة: النباتـــات اللازهريـــة:	89
1- البكتيريــا	91
2- الفيروســـات	96
3- الفطريـــات	97
4- الطحالـــب	100
5- النباتات الحزازيـة	104
6- النباتات التيريدية (السراخس)	107
7- النباتات المخروطية	108
تقويم الوحدة	111
الوحدة السادسة: النباتـات الزهريـــة:	113
1- الصفات العامة للنباتات الزهرية	115
2- تقسم النباتات الزهرية	115
3- الأهمية الاقتصادية للنباتات الزهرية	117
4- العائلات النباتية التابعة لقسم النباتات الزهرية	117
تقويم الوحدة	123
الوحدة السابعة: التكاثـر في النباتـات الزهـرية:	125
1- تركيب الزهرة	127
2- التكاثر الجنسي واللاجنسي في النباتات الزهرية	129
3- التلقيح والإخصاب في النباتات الزهرية	132
4- النـــورات	137
5- الثمـــار	143
6- البـــذور	146
تقويم الوحدة	147

الموضـــــوع	رقم الصفحة
الوحدة الثامنة: العمليات الفسيولوجية في النبات:	149
1- تعريف علم فسيولوجيا النبات وأهميته في الإنتاج الزراعي	151
2- البناء الضوئي	151
3- التنفـــس	155
4- النتـح والأدماع في النبات	158
5- العلاقات المائية في النبات	160
6- دور العناصر الأساسية في تغذية النبات	164
تقويم الوحدة	174
الوحدة التاسعة: أساسيات الوراثة وتطبيقاتها في النبات:	175
1- علـــم الوراثـــة	177
2- انقسام الخلية النباتية	178
3- الكرموسومات والوراثة	182
4- الأحماض النووية	186
5- توارث الصفات في النبات	189
6- التطبيقات العملية لقوانين مندل	195
7- الطفرات	196
تقويم الوحدة	199
قائمة المراجع والمصادر	200

بسم الله الرحمن الرحيم

تقديم :

الحمد لله الذي تتم بنعمته الصالحات والصلاة والسلام على رسول الإنسانية ومعلمها وهاديها إلى صراط السواء..

وبعد:

يتعاظم الدور المناط بوزارة التعليم الفني والتدريب المهني نحو تنمية وتطوير العنصر البشري اليمني، الذي يعتبر حجر الأساس في البناء والتنمية والتطوير لمجتمعنا ولدولتنا الحبيبة التي لا تألوا جهداً في سبيل تسخير الإمكانيات لتوفير متطلبات هذا المشروع الحضاري، الذي من شأنه أن يجعل الإنسان متسلحاً بالعلم والخبرة ليكون عنصراً فاعلاً في المجتمع، يقود مجتمعه في كافة مسالك الحياة عن وعي وبصيرة وثقة بالنفس تجعل منه نبراساً يقتدى به.

وانطلاقاً من هذا الدور الكبير فإن الوزارة تضع نصب عينيها الأهمية التي تنطوي عليها عملية التحديث والتطوير المستمرين لمناهجها الدراسية – التي تمثل الأساس في تنمية العنصر البشري – لتكون مواكبة للمستجدات والمتغيرات في كافة المجالات، خاصة وأن العالم يتطور بشكل متسارع بسبب ما يمتلكه من وسائل وتقنيات تكنولوجية حديثة ومتطورة بصورة يصبح من الصعوبة بمكان التوقف عن هذا التطور ولو للحظة واحدة، لذا فإن الغاية التي تسعى إليها الوزارة من وراء هذا التحديث هي بناء وتكامل شخصية الطالب بصورة متوازنة قادرة على الإسهام في البناء والتطوير في مختلف مجالات التنمية ليس بإكساب الطالب المعارف النظرية والمهارات الأدائية فحسب، بل وبتشكل اتجاهاته بصورة إيجابية نحو العلم والعمل والثقافة والمجتمع والبيئة والعالم من حوله، وذلك تجسيداً لما تؤكده التوجهات التربوية العالمية المعاصرة ويفرضه نهج التحديث والتطوير الشامل الذي تسير عليه بلادنا وحكومتنا، وفي إطاره تأتي عملية تطوير المناهج الدراسية للمستوى المهني الزراعي.

وإذا كان الكتاب الدراسي يمثل مصدراً هاماً من مصادر التعليم والتعلم فإن هذا الكتاب الذي نصدره ضمن سلسلة كتب المواد الدراسية التخصصية يجسد هذه الحقيقة، وهو حصيلة جهود كبيرة بذلها عدد كبير من الاختصاصيين والباحثين وأصحاب الخبرة في هذا المجال إضافة إلى الجانب التربوي والمسلكي، وسيكون من شأنه الإسهام بنجاح في بناء شخصية الطالب في المستوى المهني الزراعي.

وإذ أقدم هذا الكتاب لأبنائي وبناتي طلاب وطالبات المعاهد المهنية لا يسعني إلا أن أدعو الله لهم بالتوفيق في الاستفادة من خلاصة الجهود المبذولة فيه، كما لا يفوتني هنا أن أقدم الشكر الجزيل لكل من ساهم في إعداده وإخراجه.

والله ولي الهداية والتوفيق،،،

أ.د/ إبراهيم عمر حُجري

وزير التعليم الفني والمهني

بسم الله الرحمن الرحيم

مُقدِّمة:

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف الخلق أجمعين سيدنا محمد بن عبد الله وعلى آله وصحبه ومن تبعهم بإحسان إلى يوم الدين ... وبعد:

تم إعداد هذا الكتاب في علم النبات العام وفق أحدث المعايير العلمية والتربوية لتلبية احتياجات منتسبي التعليم المهني الزراعي في اليمن بعد المرحلة الأساسية من التعليم العام، وقد رُوعي فيه عرض الموضوعات بأسلوب مبسط ومزود ما أمكن بالأمثلة الملموسة من الواقع المحلي، وبعرض الإيضاح والاختصار، كما تم الاستعانة بالقدر المناسب من الأشكال التوضيحية والرسوم والصور الملونة.

يشتمل هذا الكتاب على جزأين رئيسيين هما الجزء النظري والجزء العملي، يتضمن الجزء النظري تسع وحدات ضمت في مُجملها عرضاً ميسراً وشاملاً لكل ما يتعلق بالنبات من حيث الهيئة الظاهرية والداخلية وأقسامه المختلفة وأبرز صفاتها وكذا طرق إكثار النباتات وأهم وظائف أعضائها وكيفية عملها وكيفية انتقال صفات النباتات بين أجيالها المتعاقبة، ففي الوحدة الأولى تم عرض الخصائص المتعلقة بالشكل الظاهري للنبات، وتضمنت الوحدة الثانية الخلية والأنسجة النباتية، بينما عرض في الوحدة الثالثة التركيب التشريحي للأعضاء النباتية في كل من نباتات ذوات الفلقة الواحدة ونباتات ذوات الفلقتين، وفي الوحدة الرابعة تم تبيين الأسس العامة لتصنيف النباتات مع توضح الهيكل التصنيفي للنباتات، وخُصصت الوحدة الخامسة للتعرف على أهم صفات النباتات اللازهرية من بكتيريا وفطريات وطحالب وحزازيات وسرخسيات وكذا النباتات عاريات البذور، بينما خُصصت الوحدة السادسة لدراسة صفات النباتات الزهرية وعُززت بأمثلة لأهم الفصائل النباتية كالفصيلة النخيلية والفصيلة النجيلية والفصيلة الفراشية والفصيلة الباذنجانية، وللتفاصيل عن التكاثر في النباتات الزهرية والعمليات الفسيولوجية في النباتات تم تخصيص كل من الوحدتين السابعة والثامنة على التوالي، وتم ختم الجزء النظري في الوحدة التاسعة بعرض أساسيات الوراثة وتطبيقاتها في النبات.

أمـا الجـزء العملي، فيتضمن خمس وحدات صُممت كدليل عملي يستعين به الطالب للتدريب على تنفيذ المهارات العملـية المرتبطة بالجوانب النظرية لغرض فهمها من جهة واكتساب المهارات التطبيقية للتعامل مع النبات والبيئة التي يـنمو فـيها مـن جهـة أخرى سواء في الصفوف الدراسية التالية أو في واقع سوق العمل مستقبلاً. وتتضمن الوحدات الخمـس عرضـاً مبـسطاً لأهـداف وخطوات العمل والأدوات اللازمة لإجراء التطبيقات المعملية أو الحقلية، ومن ثم كيفـية رصـد المشاهدات، حيث تضمنت الوحدة الأولى مجموعة من التطبيقات المعملية المتعلقة بالشكل العام للنبات، وأمـا الـوحدة الثانـية اسـتوعبت التطبيقات المعملية المرتبطة بدراسة التركيب التشريحي للنبات، بينما عرضت الوحدة الثالـثة التطبـيقات المعملـية المـرتبطة بدراسـة الـسمات الرئيسية للنباتات اللازهرية كالبكتيريا والفطريات والطحالب والحـزازيات والنـباتات الـتريدية (السرخـسية) وكـذا النـباتات عاريـات البذور، وشملت الوحدة الرابعة التطبيقات المعملـية المـرتبطة بدراسـة تـركيب الزهـرة وأشـكال الـنورات وأنـواع الثمار، بالإضافة إلى الدراسة التطبيقية لتحديد المميـزات النباتـية لـنماذج من بعض الفصائل النباتية، وتم ختم الجزء العملي في الوحدة الخامسة بشرح خطوات إجراء التطبيقات المعملية المتعلقة ببعض العمليات الفسيولوجية التي تحدث في النبات.

نأمـل أن تـضيف المعلـومات الواردة في هذا الكتاب كماً معرفياً يتميّز بالعمق والسعة والشمول فيكون ذلك حافزاً قـوياً لأبنائـنا الطلاب يشدهم إلى هذا العلم ويشوقهم لنيل المزيد من العلوم التطبيقية المستندة عليه وعلى رأسها علوم الزراعة حتى تسعد أمتنا فتنعم بما تزرع.

والله نسأل أن يوفق الجميع لما فيه خير أمتنا...

المعدون

الوحدة الأولى

الشكل الظاهري للنبات
(مورفولوجيا النباتات)
Plant Morphology

أهـــــداف الوحـــــدة

يتوقع منك بعد الانتهاء من دراستك لهذه الوحدة أن تكون قادراً على أن:

1- تتعرف الصفات العامة للنبات.

2- تتعرف علم شكل النبات.

3- تتعرف البذور وإنباتها.

4- تتعرف الجذور وأنواعها وأشكالها.

5- توضح السمات المورفولوجية للسيقان ووظائفها وتحوراتها.

6- تُبين الأنواع المختلفة للبراعم.

7- تتعرف الأوراق وأشكالها وتحوراتها.

1-1 الصفات العامة للنبات:

تتميز الكائنات الحية عامة، سواء منها الكائنات النباتية أو الحيوانية بقدرتها على تأدية الوظائف التالية:

أ- البنية الهيكلية للكائن الحي:
إذا نظرت إلى الكائنات الحية النباتية والحيوانية ستجد أنها على درجة كبيرة من الاختلاف، ورغم ذلك الظاهرية، فهناك قاسم مشترك هام بين كل الكائنات الحية وهو الخلية (The cell) التي تعتبر أساس الوحدة التركيبية والوظيفية لجميع الكائنات الحية على السواء.

ب- التغذية: هي تناول مواد الغذاء بإدخالها من خارج الجسم إلى داخله لهضمها وتمثيلها في الجسم كما هو الحال في عالم الحيوان، أما في عالم النبات فتقوم النباتات بعملية إمتصاص العناصر الأولية للغذاء والقيام بعملية تسمى البناء الضوئي لصنع غذائها بنفسها.

ج- التمثيل: وهو تحويل مواد الغذاء بعد تناوله إلى صورة مماثلة لمادة الجسم الحي، وذلك بواسطة سلسلة من التغيرات الكيميائية المعقدة.

د- النمو: وهو ازدياد حجم الجسم ووزنه وأبعاده المختلفة، نتيجة لتكون مادة حية جديدة في عمليتي التغذية والتمثيل، وإضافتها إلى الجسم وإدخالها في بنائه.

هـ- الإحساس: هو شعور الكائن الحي بالحوافز والمؤثرات الخارجية. وقد يستجيب لها أو يمتنع أو يرد عليها، والإحساس صفة اختصت بها الكائنات الحية دون سواها. والحيوان أكثر إحساساً من النبات بفضل جهازيه العصبي والعضلي، إذ ينقل الجهاز العصبي الإحساس بالمؤثرات فيستجيب الجهاز العضلي لها أو يرد عليها بالحركة. ومن مظاهر الإحساس عند النبات أن بعض الطحالب الخضراء الهدبية وحيدة الخلية إذا وضعت في إناء زجاجي به ماء، ووضع الإناء في مكان مظلم ينفذ إليه الضوء من ثقب ضيق محدد من ناحية واحدة فإن الطحالب تستجيب لحافز الضوء، فتسبح بأهدابها تجاهه، وتتجمع في ذلك الجانب من الإناء المواجه لمصدره. وفي بعض النباتات الراقية – كنبات دوار الشمس مثلاً- تدور النورة مع الشمس أثناء النهار فتواجه المشرق في الصباح، ثم تتحول تدريجياً لتواجه الشمس الغاربة آخر النهار.

و- الحركة: وهي أن يغير الكائن الحي موضع جسمه أو بعض أجزائه، فالحيوان مثلاً يستطيع الانتقال بكليته من مكان إلى آخر، وكذلك تفعل النباتات البدائية التي تسبح في الماء بأهدابها، أما النباتات الراقية فتنشب جذورها في الأرض وتثبت اتصالها بها، وبذلك لا تستطيع الانتقال بكل جسمها، بل تقتصر حركتها على بعض أجزائها، كانفراج الثغور وانغلاقها، وتفتح البراعم والأزهار وانقباض الأوراق وانسياب المادة الحية داخل الخلايا.

ز- التنفس: هو وظيفة حيوية هامة اختص بها الأحياء دون الجماد، فيها يستخلص الأكسيجين من الهواء الجوي الذي يدخل الجسم، ويطرد غاز ثاني أكسيد الكربون الناتج عن تأكسد المواد الغذائية. وتتلخص فائدة التنفس في توليد طاقة يعتمد عليها الكائن الحي في تأدية وظائفه الحيوية الأخرى كالتمثيل والحركة والنمو.

ح- التكاثر: تستطيع الكائنات الحية عندما تبلغ سناً معينة تختلف باختلاف الأنواع، أن تنتج أفراداً مماثلة لها في النوع وبذلك تتكاثر، والتكاثر من خصائص الأحياء ولا وجود له في المواد غير الحية.

2-1 أسس التميز بين المملكة النباتية والمملكة الحيوانية:

رغم أن الكائنات النباتية والحيوانية تشترك في كثير من الصفات، إلا أن هناك بعض الفوارق التي تميز النبات عن الحيوان، والجدول (1-1) يبين الفروق بين الكائنات النباتية والحيوانية.

جدول (1-1)

مقارنة بين الكائنات النباتية والحيوانية

وجه المقارنة	النباتات	الحيوانات
1- التغذية	- ذاتية التغذية (تصنع غذائها بنفسها)- بعضها يتغذى جزئياً على الحشرات وقد يكون بعضها متطفلا على نباتات أخرى.	- غير ذاتية التغذية (تتغذى على النباتات وبعضها على اللحوم تسمى (لاحمة).
2- التكاثر	- تكاثر جنسي بالبذرة وتكاثر لا جنسي باستخدام أجزاء نباتية أخرى غير البذرة.	- تكاثر جنسي عن طريق التزاوج بين ذكر وأنثى.
3- الحركة	- معظمها ثابتة في مكانها	- حركة دائمة متنقلة.
4- النمو	- مستمر من الإنبات وحتى الموت	- يتوقف عند عمر محدد.
5- فترة السكون (الكمون)	- يمر بمراحل السكون النسبي حسب فصول السنة.	- بعضها يدخل في طور سكون (البيات).
6- الجدار الخلوي	- للخلية جدار سيليلوزي	- لا يوجد بها جدار وتحاط بغلاف سيتوبلازم
7- البلاستيدات	- توجد	- لا توجد
8- الفجوات العصارية	- توجد فجوات كبيرة	- نادراً ما توجد فجوات.
9- الاستجابة للمؤثرات	- بطئ الاستجابة إذ لا وجود للحواس أو لجهاز عصبي	- سريعة لوجود حواس وجهاز عصبي.

3-1 علم شكل النبات:

1-3-1 علم الشكل الظاهري للنبات Plant Morphology:

يبحث هذا العلم في الشكل الظاهري للنبات وترتيب أجزائه المختلفة وعلاقة كل منها ببعضها البعض.

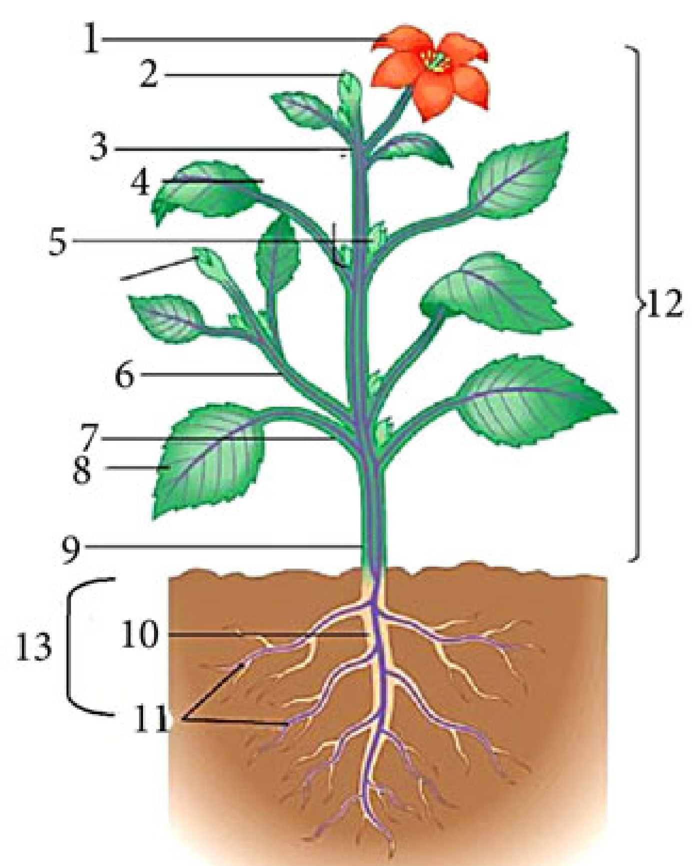
2-3-1 علم تشريح النبات Plant Anatomy:

هو العلم الذي يهتم بدراسة الأنسجة المختلفة للأعضاء النباتية.

4-1 الأجزاء المختلفة لنبات زهري:

تختلف النباتات اختلافاً كبيراً في أشكالها وأنواعها وتشترك جميعها في أعضاء نباتية محددة هي الجذر والساق والأوراق والأزهار، و يوضح الشكل (1-1) التقسيم العام للنبات إلى مجموع خضري ينمو فوق سطح التربة ومجموع جذري ينمو تحت سطح التربة.

1- زهرة.
2- برعم قمي.
3- عقدة.
4- نصل.
5- برعم إبطي.
6- فرع.
7- عنق الورقة.
8- ورقة.
9- ساق.
10- جذر.
11- شعيرات جذرية.
12- المجموع الخضري.
13- المجموع الجذري.



شكل (1-1)
الأجزاء المختلفة لنبات زهري

أ- المجموع الجذري:

يوجد المجموع الجذري تحت سطح التربة ويتكون من جذر رئيسي يسمى الجذر الابتدائي تتفرع منه عدة فروع تسمى بالجذور الجانبية (الثانوية)، وتخرج شعيرات جذرية من أطراف الجذر الرئيسي والجذور الجانبية، ووظيفة الشعيرات الجذرية هي امتصاص الماء والأملاح من التربة، وتزداد مساحة الامتصاص للمجموع الجذري بزيادة كثافة هذه الشعيرات.

ب- المجموع الخضري:

يتكون المجموع الخضري من ساق غالباً ما تكون قائمة فوق سطح التربة ومتفرعة، ويحمل الساق وفروعه الأوراق والأزهار ومنها الثمار التي تحوي بداخلها البذور.

5-1 البـــذور وإنباتهــــا:

1-5-1 تركيب البذرة:

عند عمل قطاع طولي للبذرة في معظم النباتات، نجد أنها تتركب من الأجزاء الآتية:

أ- غلاف البذرة المسمى القصرة (Seed coat)

ب- الأندوسبيرم Endosperm : ويوجد منه الأندوسبيرم النشوي والقرني، وقد يكون غائباً في كثير من البذور.

ج- الجنين Embryo: يتركب من عدة أجزاء هي:

- الريشة: وهي الجزء العلوي من الجنين الذي ينشأ منه المجموع الخضري.
- الجُذير: وهو الجزء السفلي من الجنين الذي ينشأ منه المجموع الجذري.
- الفلقات: قد يحتوي الجنين على فلقتين كما في نباتات ذوات الفلقتين أو فلقة واحدة كما في نباتات ذوات الفلقة الواحدة.
- المحور: وهو الجزء الذي تتصل به كل من الريشة والفلقات والجذير، ويشمل السويقة الجنينية السفلى التي تحمل الجُذير والسويقة الجنينية العليا التي تحمل الأوراق الحقيقية الأولى بعد الإنبات.

2-5-1 وظيفة البذرة:

عند وضع بذرة في التربة وريها تلاحظ بعد عدة أيام؟ أن البذرة قد أصبحت نباتاً له جذر وساق وأوراق يشبه النبات الذي أُخذت منه البذرة. فبذرة الذرة ينتج عنها نبات ذرة، وبذرة الفول ينتج عنها نبات فول، وهكذا، كما أن البذرة تنتج نباتاً واحداً، والنبات الواحد ينتج بذوراً كثيرة، وهكذا تتكاثر النباتات منذ أن خلقها الله سبحانه وتعالى مُحافظة على بقائها منذ ملايين السنين، وتتلخص وظيفة البذرة الأساسية في الحفاظ على صفات النوع النباتي من جيل لآخر من خلال الإستمرار في إنتاج (نباتات جديدة) وهو ما يسمى (التكاثر الجنسي).

1-5-3 الإنبات Germination:

الإنـبات هـو اسـتئناف أجـنة البذور للنمو النشط ويقصد به أيضاً ظهور البادرات فوق سطح التربة، وتستمر في النمو تحت الظروف العادية، وتتم عملية الإنبات كالتالي:

أ- تبدأ عملية الإنبات بامتصاص البذور للماء مما يؤدي إلى انتفاخها وزيادة حجمها، ويسبب ذلك تمزق الغلاف البذري (القصرة).

ب- بعـد دخـول المـاء إلى الـبذرة تنـشط الإنزيمات التي تحوّل الغذاء المخزن في البذرة من مواد معقدة إلى مواد بسيطة سهلة الامتصاص.

ج- يـبدأ الجنـين بامتـصاص الغـذاء، ويـزداد في الحجـم بـسبب انقسام خلاياه الإنشائية، ويبدأ كل من الجُذير والريـشة في الـنمو، إذ يتجه الجُذير إلى أسفل مكوناً المجموع الجذري، بينما تتجه الريشة إلى أعلى ظاهرةً فوق سـطح الـتربة مكـونة المجمـوع الخـضري، وهكذا تتحول البذرة إلى بادرة تنمو إلى نبات يعتمد على نفسه في تجهيز غذائه.

1-5-4 العوامل اللازمة للإنبات:

لـيس بمجـرد سـقوط الـبذرة على سطح الأرض يتم إنباتها، بل لابد من أن تتوفر عدة عوامل؛ منها ماهو متعلق بالبذرة نفسها (عوامل داخلية) وأخرى مُتعلقة بالبيئة المحيطة بالبذرة (عوامل خارجية).

أولاً: العوامل الداخلية:

لكي يتم الإنبات لابد من توفر الشروط التالية:

أ- فترة السكون (الكمون) Dormancy:

إذا جمعـت بـذور سـليمة لعدة أنواع من النباتات في نفس الفترة وقُمت بزراعتها تحت الظروف المناسبة للإنبات، ستلاحظ بعد فترة أن بذور بعض الأنواع قد نبتت، بينما بذور البعض الآخر لم تنبت. يرجع السبب في عدم إنبات بـذور بعـض الأنـواع، بالـبرعم من سلامة البذور وحيويتها وتوفير جميع الظروف المناسبة للإنبات، إلى ما يُعرف بسكون البذور (كمون البذور)، وسكون البذور هو عبارة عن الفترة الزمنية التي تقضيها البذور بعد إكتمال نموها وحتى قابليتها للإنبات و قد تمتد هذه الفترة من عدة ايام إلى عدة سنوات تبعاً للنوع النباتي. ويرجع سكون البذور إلى عدة أسباب منها احتواء البذور على مواد مثبطة للإنبات أو عدم اكتمال نضج الأجنة أو قد تكون القصرة صلبة لا تسمح بنفوذ الماء والغازات.

ب- حيوية البذور Viability:

تعرف حيوية البذور بأنها قدرة البذور على إعطاء نباتات طبيعية تحت الظروف المناسبة من درجة الحرارة والرطوبة والتهوية، فالبذور لا تنبت إلا إذا كانت حية، أما البذور التي تعرض جنينها للتلف بسبب تعفن البذورأو تعرضها للإصابات الحشرية أو لسوء التخزين أو لانتهاء فترة حيويتها حيث تختلف هذه الحيوية من نبات لآخر، ولذلك فإنها لا تستطيع الإنبات.

وتختلف حيوية البذور في مدة بقائها، فبعض البذور تفقد حيويتها في ظرف أسابيع وبعضها تحتفظ بحيويتها لسنين طويلة قد تصل إلى مائة عام أما بذور معظم المحاصيل العادية فتحتفظ بحيويتها لمدة قصيرة من سنة إلى ثلاث سنوات.

ثانياً- العوامل الخارجية:

بالإضافة إلى العوامل الداخلية فإنه يجب توفر عوامل أخرى حتى يتم إنبات البذور وتسمى بالعوامل الخارجية وهي:

أ- الماء (الرطوبة):

الماء ضروري للإنبات لأن التغيرات التي تحدث داخل البذرة لا تتم إلا إذا توفر الماء، والدليل على ذلك إذا وضعت بذرة في تربة جافة فإنها لا تنبت، أما إذا توفرت تربة ذات رطوبة مناسبة للإنبات فإن الإنبات يحدث بتوفر بقية شروط الإنبات.

ب- درجة الحرارة:

تعتبر درجة الحرارة من العوامل الرئيسية التي تؤثر على إنبات البذور، ولكل نوع من الأنواع النباتية درجة حرارة ملائمة لإنبات بذوره، فنباتات المناطق الباردة مثل القمح والشعير تُنبت بذورها في درجات حرارة منخفضة، أما نباتات المناطق الحارة مثل الذرة الشامية والذرة الرفيعة فتُنبت بذورها في درجات حرارة مرتفعة. ولكل نبات حد أعلى وحد أدنى من درجة الحرارة لإنبات بذوره، وأنسب درجة حرارة للإنبات تسمى درجة الحرارة المثلى.

ج- الأكسجين:

الأكسجين ضروري لتنفس البذور أثناء الإنبات، وكما تعلم فإن الجنين كائن حي يتنفس كبقية الكائنات الحية الأخرى، فإذا زرعت بذرة في التربة وغمرتها بالماء لدرجة امتلاء جميع فراغات التربة، وبالتالي طرد الهواء فإن ذلك يكون عائقاً لإنبات البذور، لماذا؟

يرجع السبب إلى عدم وجود الأكسجين اللازم لتنفس الجنين.

سؤال: هل للضوء تأثير على أنبات البذور؟

1-5-5 مظاهر الإنبات وأنواعها:

تختلف البذور في مظهر إنباتها باختلاف النوع النباتي:

أولاً- الإنبات الهوائي Epigeal Germination:

ما هو الإنبات الهوائي؟ ما سبب حدوثه؟

يعـرف الإنبات الهوائي بأنه الإنبات الذي تظهر فيه الفلقات فوق سطح التربة نتيجة لنمو السويقة الجنينية السفلى بسرعة أكبر من سرعة نمو السويقة الجنينية العليا، ويحدث الإنبات الهوائي كثيراً في نباتات ذوات الفلقتين مثل إنبات بذور القطن والبرسيم والفاصوليا.

- إنبات بذرة الفاصوليا:

يمكن إجمال مراحل الإنبات كما يلي:

أ- تتشرب البذرة بالماء الذي ينتقل إلى الجنين والأندوسبيرم عن طريق فتحة النقير، فيكبران في الحجم وتتمزق القصرة. ويظهر الجذير قبل الأعضاء الأخرى.

ب- ينمو الجذير متجها إلى أسفل.

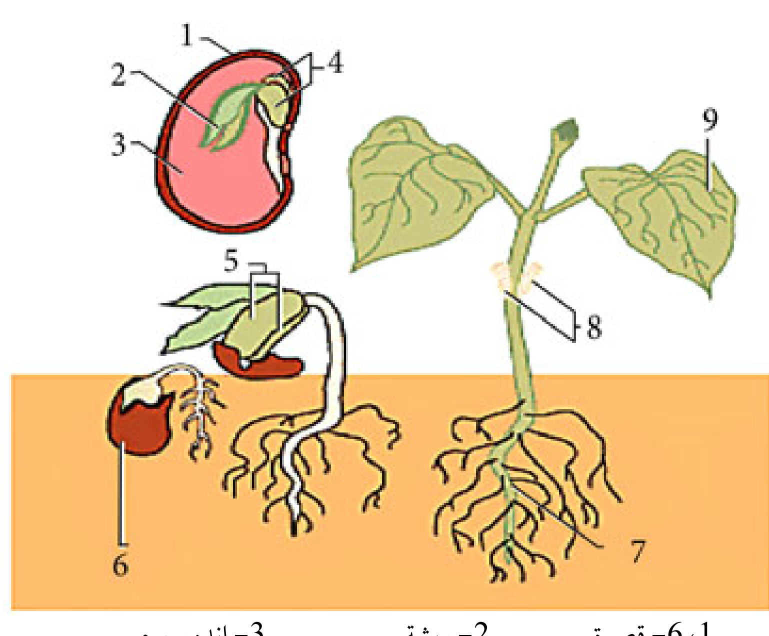
ج- تنمو السويقة الجنينية السفلى وتستطيل بسرعة وهي منحنية قرب طرفها حاملة معها الفلقتين، وبينهما الريشة إلى فوق سطح التربة.

د- يتحول الجذير إلى جذر ابتدائي تتكون عليه جذور ثانوية.

هـ- تستمر السويقة الجنينية السفلى في النمو وعند وصولها إلى سطح التربة تستقيم ثم تسقط القصرة ويخضر لون الفلقتين نتيجة تعرضهما للضوء وتكوين الكلورفيل.

و- تنمو الريشة وتتكون الأوراق الخضراء العادية.

شكل (1-2) يوضح عملية الإنبات لبذرة الفاصوليا.



1، 6- قصرة　　2- ريشة　　3- اندوسبرم

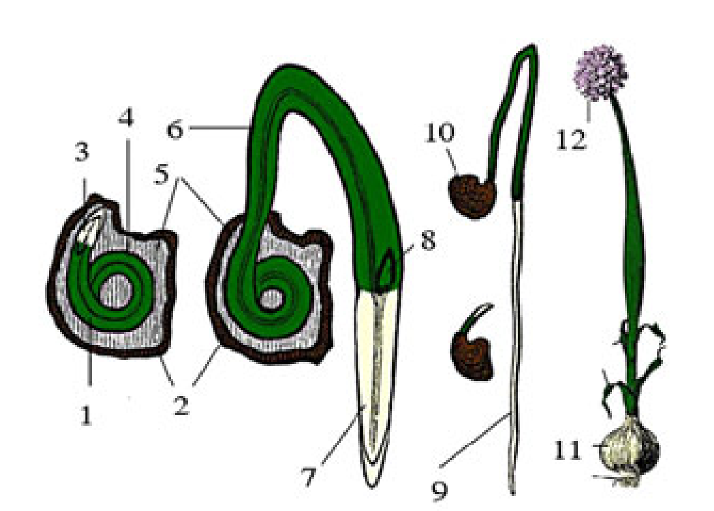
4، 5، 8 – فلقات　　7- جذر　　9- ورقة

شكل (1-2)

إنبات هوائي لنبات ذو فلقتين (إنبات بذرة الفاصوليا)

- **إنبات بذرة البصل:**

بـذرة البـصل صـغيرة غـير منتظمة الشكل، تـوجد بأحـد أركانهـا ندبة غائرة تمثل السرة، وبالنظر إلى القطاع الطولي في الشكل (1-3) والـذي يبين عملية الإنبات الهوائي لنبات ذو فلقةحيث يلاحظ في الشكل القصرة السوداء (غـلاف البذرة) تغلف كتلة من الأندوسبيرم يـستقر في وسـطها جنـين ملـتوي ومستطيل ومـدبب الطـرفين، ويوجد الجذير في الطرف القـريب من السرة والطرف الآخر من الجنين يمثل الفلقة وبداخلها الريشة.



1- الجنين 2- القصرة 3، 4، 6- الفلقة
5- الأندوسبيرم 7- الجذير 8- ورقة خضرية أولية
9- الجذر الابتدائي 10- القصرة 11- البصلة
12- نورة

شكل (1- 3)

إأنبات هوائي (نبات ذو فلقة واحدة)

وبهذا التركيب نجد أن الجذير يبدأ بامتصاص الماء ثم ينمو ويخترق القصرة من خلال السرة ويظهر خارجها.

الفلقـة في البـصل اسـطوانية الـشكل تغلف الريـشة في الأطـوار الأولى من الإنبات. ينمو طرف الفلقة ليصل إلى سطح الأرض، وقد يحمل معه بقايا القصرة، أما طرف الفلقة الآخر فيبقى داخل البذرة ليمتص الغذاء من الأندوسبيرم وينقله إلى أجزاء الجنين ثم تخرج الريشة مـن جزء متضخم من قاعدة الفلقة عند موضع اتصالها بالجذير، يلي ذلك تكوين الجذر الابتدائي من الجذير الذي لا يتعمر طويلاً حيث يموت لتحل محله جذور عرضية تخرج من قاعدة الساق القرصية.

ثانياً- الإنبات الأرضي Hypogeal Germination :

ما هو الإنبات الأرضي؟ وما الفرق بين الإنبات الهوائي والإنبات الأرضي؟

إذا تتبعـنا عملـية إنبات بعض البذور سنلاحظ إن الفلقات لا تظهر فوق سطح التربة بل تبقى فيها، لذلك يُعرف هذا الإنبات بالإنبات الأرضي، ويرجع ذلك إلى سرعة نمو استطالة السويقة الجنينية العليا بدرجة أكبر من سرعة نمو واستطالة السويقة الجنينية السفلى.

- **إنبات بذرة البازلاء:**

تتكون بذرة البازلاء من:

أ- قصرة متصلبة صفراء أوخضراء اللون في طرفها ندبة تعرف بالسرة وبجانب السرة ثقب يعرف بالنُقير.

ب- فلقتين تخزنان كلاً من النشأ والبروتين.

ج- محور الجنين: ويتكون من جذير وسويقة جنينية سفلى وسويقة جنينية عليا.

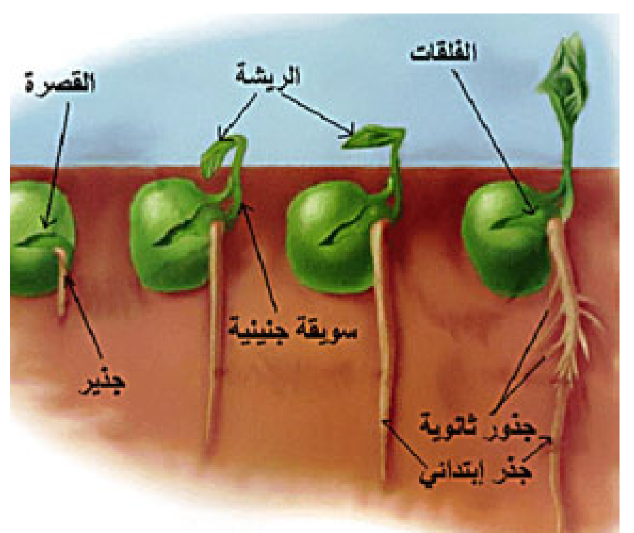
ويوضح الشكل (1-4) خطوات إنبات بذرة البازلاء والتي يمكن تلخيصها فيما يأتي:

أ- تمتص البذور الماء وتنتفخ ثم تتمزق القصرة.

ب- ينمو الجُذير متجهاً إلى أسفل.

ج- تنمو السويقة الجنينية العليا حاملةُ الريشة إلى أعلى سطح التربة ويواصل الجُذير النمو ليصبح جذراً ابتدائياً تتكون عليه جذوراً ثانوية.

د- تنمو الريشة مكونةً الأوراق الحقيقية، وهكذا تصبح البادرة نباتاً كاملاً.



شكل (1-4)

إنبات أرضي لبذرة البازلاء

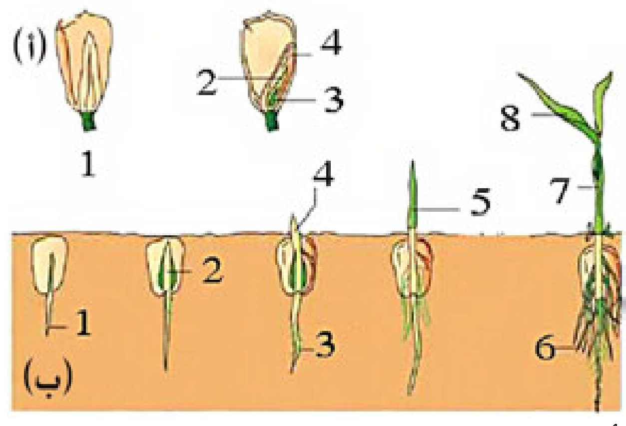
- **إنبات حبة الذرة:**

يطلق على بذرة الذرة حبة، وهي ثمرة لإلتحام قصرتها مع جدار الثمرة وهي اندوسبرمية ذات فلقة واحدة.

يوضح الشكل (1-5) تركيب حبة الذرة الشامية وملخص لمراحل إنباتها والتي يمكن إيجازها كالآتي:

أ- تبدأ الحبة بامتصاص الماء الذي يصل إلى الجنين ثم تنتفخ الحبة ويبدأ الجنين بالتمدد والضغط على الجدار فيتمزق.

ب- تنشط الإنزيمات الموجودة في الجنين فتقوم بتحويل المواد الغذائية كالنشا والبروتين المخزنة في الأندوسبيرم من خلال الهضم إلى سكر وأحماض أمينية في صورة سائلة وضرورية لإنبات الجنين .



أ- التركيب: 1- حبة الذرة 2- ريشة 3- جذير 4- فلقة

ب- الإنبات: 1- جذير 2- ريشة 3- شعيرات جذرية

7،5،4 -غمد الريشة 6- جذور عرضية

8- ورقة أولية

شكل (1-5)

تركيب حبة الذرة الشامية ومراحل إنباتها الأرضي

ج- يخرج الجُذير من الطرف المدبب للحبة ثم ينمو متحولاً إلى جذر ابتدائي تظهر عليه جذور ثانوية. ويلي ظهور الجذير جذور جنينية لكنها لا تستمر كثيراً بل تموت ويحل محلها جذور عرضية تخرج من قاعدة الساق.

د- ظهور الريشة فوق سطح التربة محاطة بالغمد ثم تخترق الريشة غمدها فيتكون المجموع الخضري.

6-1 الجذور وأنواعها وأشكالها وتحوراتها:

1-6-1 الشكل الظاهري للمجموع الجذري:

ما هي المناطق المختلفة في الجذر؟

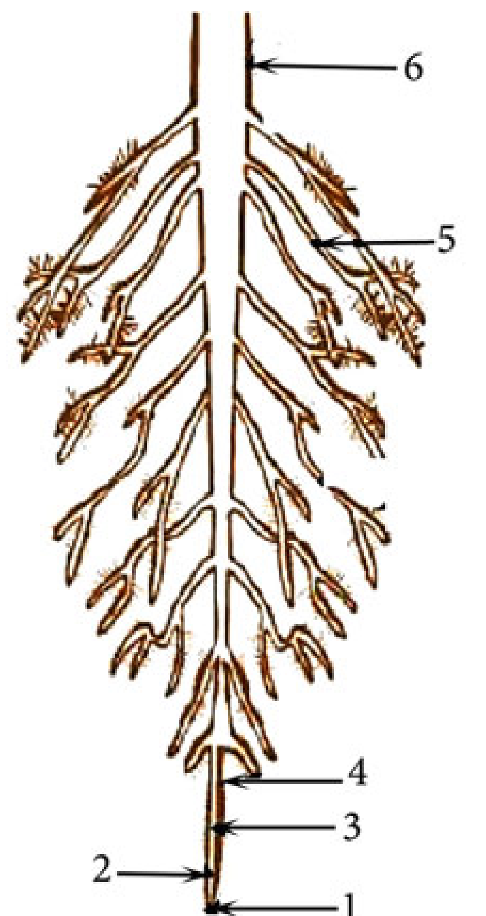
عند فحصنا الطولي للجذر نجد أنه يتكون إلى خمس مناطق مختلفة كما هو واضح في الشكل (1-6)، وهذه المناطق بالترتيب من القمة إلى القاعدة هي:

أ- منطقة القلنسوة:

منطقة القلنسوة عبارة عن نسيج مخروطي الشكل يتكون من خلايا برانشيمية بالغة غير متماسكة تُغلف قمة الجذر، لهذا تعمل القلنسوة على وقاية الأنسجة الرهيفة في المرستيم القمي للجذر من الاحتكاك بحبيبات التربة، ولأن جُدر خلايا القلنسوة الخارجية هلامية القوام ذات شكل انسيابي فإنها تعمل أيضاً على مساعدة الجذر على إختراق التربة.

ب- منطقة المرستيم القمي:

المرستيم القمي عبارة عن نسيج مخروطي الشكل طوله حوالي ملليمتر واحد يتكون من خلايا مرستيمية نشطة ذات قدرة على الانقسام المستمر مكونة خلايا جديدة يدخل بعضها في تكوين القلنسوة وبعضها الآخر في تكوين منطقة الاستطالة التي تلي منطقة المرستيم القمي مباشرة، وتتميز منطقة المرستيم القمي بقلة امتصاصها للماء وبكثرة امتصاصها للعناصر الغذائية.



1- قلنسوة **2- المرستيم القمي**
3- منطقة الاستطالة **4- الشعيرات الجذرية**
5- جذور ثانوية **6- جذر ابتدائي**

شكل (1-6)
مناطق الجذر المختلفة

ج- منطقة الاستطالة:

منطقة الاستطالة تلي منطقة المرستيم القمي وطولها ثابت بالنسبة للنوع النباتي، حيث يتراوح بين (1-5 ملليمتر)، وتنشأ هذه المنطقة من استطالة الخلايا الناتجة من المرستيم القمي، ووظيفة منطقة الاشتطالة هي زيادة طول الجذر وامتصاص الماء والعناصر الغذائية.

د- منطقة الشعيرات الجذرية:

لاحظ أن منطقة الشعيرات الجذرية تتميز بوجود زوائد تنمو من خلايا البشرة إلى الخارج مكونة ما يسمى بالشعيرات الجذرية، وظيفتها امتصاص معظم احتياجات النبات من الماء.

هـ- المنطقة الدائمة:

وهي المنطقة التي تعلو منطقة الشعيرات الجذرية وتتميز بخلوها من الشعيرات الجذرية بسبب قدمها وموت وتساقط الشعيرات الجذرية فيها، كما تخرج من هذه المنطقة الجذور الجانبية (الثانوية).

1-6-2 وظائف الجذور:

أ- تثبيت النبات في التربة.

ب- امتصاص الماء والمواد الذائبة من التربة وإيصالها إلى ساق النبات.

ج- اختزان المواد الغذائية المدخرة في بعض الأنواع النباتية مثل البطاطا والفجل والجزر.

1-6-3 أنواع الجذور:

يمكن تقسيم الجذور بالاعتماد على أساسين رئيسيين:

أ- أنواع الجذور حسب المنشأ، وهي:

- الجذور الابتدائية:

تعرفنا فيما سبق عند دراسة إنبات بذور الفاصوليا كمثال لنباتات ذوات الفلقتين، أن أول جزء يظهر من غلاف البذرة هو الجُذير (الشكل (1-7) الذي يستمر في النمو ويكَوّن في النهاية ما يعرف بالجذر الابتدائي الذي يبدأ في التفريع مكوناً الجذور الثانوية، ويصبح هذا الجذر هو الجذر الأساسي فيسمى في هذه الحالة بالجذر الوتدي Tap root . أما في نباتات ذوات الفلقة الواحدة، فإن الجذور الابتدائية تتميز بقصر عمرها فيتكون بدلاً عنها جذور عرضية.



الشكل (1-7)
نمو الجذير أولى مراحل الإنبات

- الجذور الجنينية:

عبارة عن نتوءات صغيرة على جنين بعض الحبوب مثل الذرة والقمح والشعير، وبعد عملية الإنبات تنمو هذه النتوءات لتكون جذوراً لا تلبث أن تتلاشى بعد فترة قصيرة من عمر النبات.

- الجذور العرضية:

من أين تنشأ الجذور العرضية؟

تنشأ هذه الجذور مت الجذر أو الساق أو الأوراق ما عدا الجذير مثل الجذور الليفية في الذرة التي تنشأ من قاعدة الساق والجذور الدرنية لنبات البطاطا والجذور الهوائية الناشئة من الساق كما في نبات حبل المساكين.

ب- أنواع الجذور حسب الوظيفة:

على الرغم من أن الوظيفة الرئيسية للجذور هي عملية إمتصاص الماء والأملاح وتثبيت النبات بصورة جيدة في التربة غير أنه يُلاحظ وجود جذور عرضية في كثير من النباتات حدثت لها تحورات وتكيفات معينة جعلتها تؤدي وظائف أخرى.

4-6-1 تحورات الجذور:

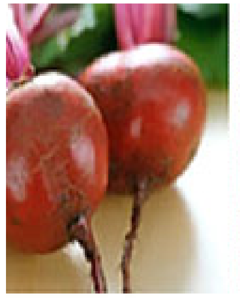
تتحور بعض الجذور في بعض النباتات فتغير من شكلها لتلائم وظيفة خاصة، ومن هذه التحورات ما يلي:

أ- الجذور الخازنة:

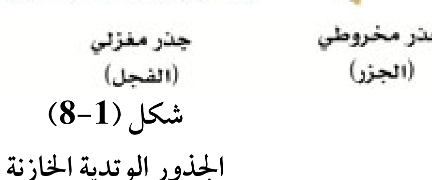
هي جذور تتضخم نتيجة لاختزانها مواداً غذائية حيث تشكل جزءاً من غذائنا، وتقسم هذه الجذور إلى مجموعتين:

- الجذور الوتدية المخزنة:

مثل جذور البنجر والفجل والجزر واللفت، ولها أشكال مختلفة كما في الشكل (1-8)، فمنها الشكل المخروطي والمغزلي واللفتي.







شكل (1-8)

الجذور الوتدية الخازنة

- الجذور الدرنية:

هذه الجذور لا تنشأ من الجُذير وإنما تنشأ من جذور عرضية من الساق مثل جذر البطاطا وجذر الداليا كما في الشكل (1-9)، والوظيفة الأساسية لهذا النوع من الجذور هي تخزين المواد الغذائية المدخرة.



درنة البطاطا درنة الداليا

شكل (1-9)

الجذور الدرنية المخزنة

ب- الجذور المساعدة أو الدعامية:

والجذور المساعدة هي جذور عرضية تنشأ من عقد الساق القريبة من سطح الأرض كما في نباتات الذرة وقصب السكر، وتقوم هذه الجذور بالتدعيم فضلاً عن امتصاص الماء والعناصر الغذائية من التربة. فإذا قمت بزيارة حقل مزروع بالذرة الشامية أو الرفيعة في مزرعة المعهد أو المزارع المجاورة له ثم تفحصت قواعد سيقان الذرة ستلاحظ وجود نتوءات نامية خرجت من عقد سيقان الذرة القريبة من سطح التربة واتصلت بالتربة، هذه النتوءات تسمى بالجذور الدعامية لأنها تدعم النبات وتثبته في التربة حتى لا يتعرض للرقاد. لاحظ الشكل (1-10- أ).



شكل (1-10-أ)
جذور مساعدة

ج- الجذور الهوائية:

وتنشأ هذه الجذور من الأفرع الهوائية لبعض النباتات وتنمو متدلية إلى أسفل، وتمتد حتى تصل التربة فتخترقها وتنمو بها وبالتالي تصبح وظيفتها امتصاص الماء والأملاح في الهواء المحيط بها وتوجد هذه الجذور في بعض الأنواع التابعة لجنس الفيكس (Ficus) كما في أشجار التين البنغالي والتين المطاط. لاحظ الشكل (1-10 - ب).

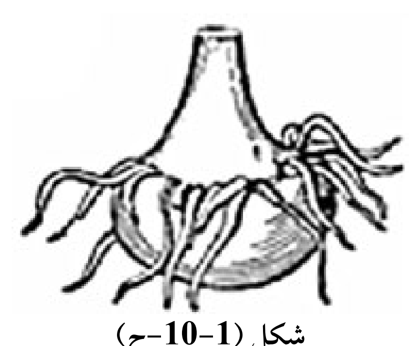


شكل (1-10-ب)
جذور هوائية

د- الجذور الشادة:

ما الجذور الشادة؟

هي جذور تشد النبات إلى أسفل وتلاحظ عند نمو النباتات المحتوية على كورمات أو أبصال، تشد وتسحب الكورمة أو البصلة إلى أسفل حتى توصلها إلى العمق المناسب، والذي يمنع الكورمة أو البصلة تعرضها لضوء الشمس يمنعها من الخروج من تحت سطح التربة، ولهذا تسمى مثل هذه الجذور بالجذور الشادة كما في الشكل (1- 10- ج).



شكل (1-10-ج)
جذور شادة

هـ- الجذور المتسلقة:



شكل (1-10-د)
جذور تسلقية

وهي جذور عرضية هوائية تنشأ من سيقان بعض النباتات فتساعدها على تسلق الدعامات التي تجاورها، وهذا النوع من الجذور يوجد في بعض النباتات العشبية مثل نبات حبل المساكين الشكل (1-10- د).

و- الجذور التنفسية:



شكل (1-10-هـ)
جذور تنفسية

إن النباتات التي تعيش في مستنقعات الترب الطينية لا تستطيع جذورها العادية امتصاص الأكسجين من مياه المستنقع لذلك تلجأ مثل هذه النباتات إلى تكوين جذور أخرى تنشأ من الجذور الأفقية القريبة من السطح. فتنمو هذه الجذور وتتجه إلى سطح التربة وترتفع فوق سطح المستنقع في الهواء فتسمى هذه الجذور بالجذور التنفسية لأنها تقوم بوظيفة التبادل الغازي مع الهواء الجوي ومن أمثلتها جذور نبات الشورى كما في الشكل (1-10- هـ).

7-1 الساق Stem:

يعرف الساق بأنه الجزء من النبات الذي ينمو عادةً فوق سطح التربة، يقصد به محور النبات الذي يحمل الأفرع والأوراق والبراعم والأزهار والثمار، ويكون الساق بمثابة الهيكل الرئيسي للأفرع.

1-7-1 الشكل الخارجي للسيقان (السمات المورفولوجية للسيقان):

تختلف السيقان فيما بينها كثيراً في صفاتها المورفولوجية ولكنها تتفق جميعاً في صفات معينة تميزها عن غيرها من أعضاء النبات الأخرى وهي:

- تكون ونمو محور الساق من عقد وسلاميات.
- تحمل السيقان للأفرع والأوراق والبراعم والأزهار والثمار.
- لا تغلف القمة النامية للساق بقلنسوة كما في الجذور.

1-7-2 وظائف الساق:

تقوم الساق بعدة وظائف هي:

أ- حمل الأفرع والأوراق والبراعم والأزهار والثمار.

ب- نقل عصارة الماء والأملاح من الجذور إلى الأوراق، ونقل المادة الغذائية المتكونة في الأوراق نتيجة عملية البناء الضوئي إلى بقية أجزاء النبات.

ج- تقوم بعض السيقان بتخزين المواد الغذائية مثل الساق الدرنية في البطاطس.

1-7-3 أقسام وأنواع السيقان:

هناك أكثر من طريقة لتقسيم السيقان غير أن أبرزها التقسيم حسب مكان وجودها حيث تقسم إلى قسمين رئيسيين كما يلي:

أولاً: السيقان الهوائية:

تنقسم السيقان الهوائية بدورها إلى عدة أقسام كما يلي:

أ- الساق القائمة:

وهي ساق هوائية تنمو رأسياً مثل ساق الذرة ودوار الشمس ومعظم النباتات.. لاحظ الشكل (1-11- أ).



شكل (1-11-أ)
ساق قائمة (الذرة)

ب- الساق المتسلقة:

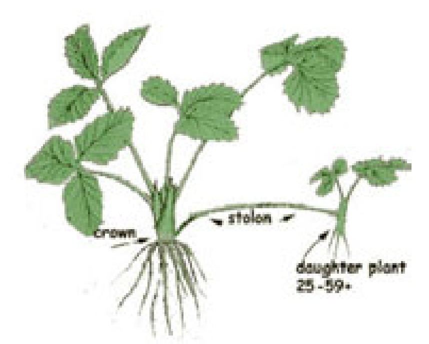
وهي ساق هوائية طويلة غير قادرة على النمو رأسياً لهذا تتسلق على أقرب دعامة أو جدار أو شجرة... إلخ بواسطة نموات خاصة مثل المحاليق كما في العنب، أو الالتفاف كما في اللوبيا والعليق أو الجذور العرضية كما في حبل المساكين، أو الأشواك كما في الجهنمية. لاحظ الشكل (1-11- ب).



شكل (1-11-ب)
ساق متسلقة (حبل المساكين)

ج- الساق الجارية أو المدادة:

هي ساق عشبية هوائية تفترش سطح التربة، وتتكون لها جذور عرضية تخرج من العقد، وظيفتها تثبيت النبات في التربة وإمتصاص الغذاء والماء كما في نباتي الفراولة والنعناع. لاحظ الشكل (1-11- ج).



شكل (1-11-ج)
ساق جارية (الفراولة)

د- الساق الزاحفة:

هي ساق عشبية ضعيفة تزحف فوق سطح التربة، ويكون لها مجموع جذري واحد فقط كما في نباتات العائلة القرعية مثل نباتات القرع والبطيخ والشمام، لاحظ الشكل (1-11- د).



شكل (1-11-د)
ساق زاحفة (القرع)

- **تحورات السيقان الهوائية:**

بعض السيقان الهوائية تتحور وتُغير من شكلها وتركيبها لتلائم وظيفة معينة، أو لتقاوم ظروف معينة ومنها ما يلي:

- الساق المتورقة:

وهي عبارة عن سيقان تأخذ شكل الأوراق، أما الأوراق الأصلية فتكون عادة أوراق حرشفية أو تحورت إلى أشواك كما في السفندر والتين الشوكي، وتسمى مثل هذه الساق بالساق التمثيلية نظراً لقيامها بعملية التمثيل الضوئي بدلاً عن الورقة، لاحظ الشكل (1-12- أ).



شكل (1-12-أ)
ساق متورقة (التين الشوكي)

- الساق المحلاقية:

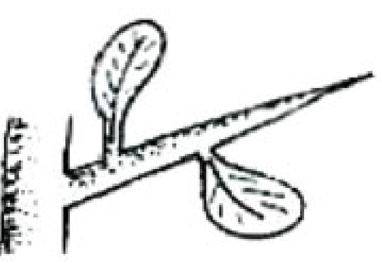
وهي ساق متخصصة للتسلق حيث تتحور إلى تراكيب دقيقة وطويلة لها أطراف حساسة تلتف حول ما يجاورها من دعامات وبذلك تساعد النبات على في التسلق كما في نباتي العنب وزهرة الساعة، لاحظ الشكل (1-12- ب).



شكل (1-12-ب)
ساق محلاقية (العنب)

- الساق الشوكية:

تتحور بعض سيقان النباتات إلى أشواك صلبة لتقليل مساحة السطوح الناتحة وبذلك يقل النتح، كما تساعد السيقان الشوكية النبات على التسلق والحماية من الحيوانات، ويوجد هذا النوع من السيقان في العديد من النباتات مثل الجهنمية والعاقول والعوسج، لاحظ الشكل (1-12- جـ).



شكل (1-12-ج)
ساق شوكية (العوسج)

ثانياً: السيقان الأرضية:

تـنمو بعـض السيقان تحت سطح التربة على عكس السيقان الهوائية لذلك تسمى السيقان الأرضية، وقد تتحور هذه السيقان لتقوم بوظيفة تخزين الغذاء، ومن أمثلة السيقان الأرضية ما يلي:

أ- الساق الريزومية:

مـا هي الساق الريزومية؟ هي ساق أرضية متفرعة تنمو أفقياً تحـت سـطح التربة لها عقد وسُلاميات وأوراق حرشفية يوجد في آباطها براعم إبطية تنمو فوق سطح التربة ، ومن نفس العقد تخـرج جـذور عرضـية تـنمو تحت سطح التربة، وتوجد الساق الريـزومية في بعـض النباتات العشبية كالنجيل والسعد والكنا، لاحظ الشكل (1-13-أ).

ب- الساق البصلة:

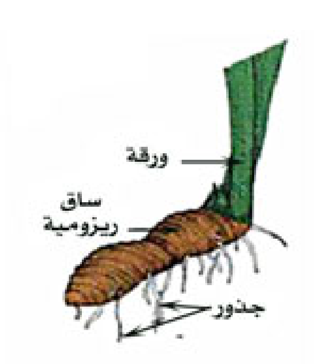
هـي سـاق أرضـية قـصيرة أو مخـروطية الـشكل تحمل أوراقاً لحـمية سـميكة خازنـة للمـواد الغذائـية تغلفها أوراق خارجية رفـيعة حرشـفية ناعمـة يـتألف منها غلاف البصلة، وفي وسط الـساق القـصيرة برعم طرفي تحيط به قواعد الأوراق السميكة، وتـوجد أحـياناً بـراعم جانبـية في آبـاط بعـض قواعد الأوراق السميكة، هذه البراعم هي التي ينشا عنها أبصال العام التالي. لاحظ الشكل (1-13-ب).

ج- الساق الدرنة:

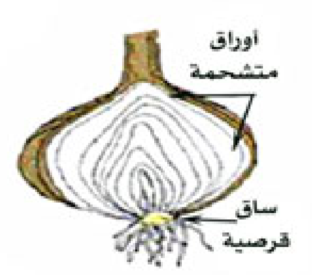
هـي سيقان متخصصة لتخزين الغذاء تنمو تحت سطح التربة لهـا بـراعم تـوجد في إنخفاضـات عـلى الـسطح تـسمى عيون تستخدم في التكاثر الخضري كما هو الحال في درنات البطاطس، لاحظ الشكل (1-13-ج).

د- الساق الكورمة:

الكـورمة عـبارة عـن ساق أرضية مستديرة تقريباً ومقسمة إلى عقد وسـلاميات ولهـا أوراق حرشـفية وفي آباطهـا براعم إبطية جانبية، وتـنمو الـبراعم الجانبـية لـتكون كـريات جديدة تحت سطح التربة تـستخدم في الإكـثار في الموسـم التالي ومن أمثلتها كرمات القلقاس والجلاديولس، لاحظ الشكل (1-13-د).



(أ) الريزوم



(ب) البصلـــة



(ج) الدرنـــة



(د) الكورمـــة

شكل (1-13)

السيقان الأرضية المتحورة

8-1 البراعـــم Buds:

1-8-1 تعريف البرعم:

الـبرعم عـبارة عـن سـاق قـصيرة غـير متكشفة، سلامياته قصيرة جداً وأوراقه صغيرة. وتوجد البراعم إما في أطـراف السيقان والفروع وتسمى بالبراعم الطرفية أو في آباط الأوراق وتعرف بالبراعم الإبطية، والبراعم إما أن تكون خضرية أو زهرية.

2-8-1 أنواع البراعم:

أ- البراعم الخضرية:

هـي بـراعم تتكـشف فقط مكونة ساقاً خضرية تحمل أوراقاً مما يؤدي إلى زيادة فروع الساق، وقد يعطي البرعم فرعاً زهرياً فيعرف بالبرعم المختلط.

ب- البراعم الزهرية :

هذه البراعم عندما تتفتح ينتج عنها أزهار أو فروع زهرية فقط. وتقسَّم البراعم إلى براعم عارية وبراعم مغطاة.

- ما الفرق بين البراعم العارية والبراعم المغطاة؟

- **البراعم العارية:**

يُسمى هذا النوع من البراعم بالبراعم الصيفية، وتمتاز هذه البراعم بأن أوراقها من نوع واحد، وهي ذات حجمٍ صـغير وتنمو بسرعة، ولا تغلف قمم البراعم تغليفاً تاماً وبالتالي فإنها تتصل بالهواء الجوي وتتأثر بالعوامل البيئية المحيطة. وتعتبر النباتات مستديمة الخضرة من أمثلة النباتات التي تعطي براعم عارية.

- **البراعم المغطاة:**

تغلـف بعـض الـبراعم بحراشـف سـميكة جلديـة بنية اللون ومغطاة عادة بنسيج وقائي فليني (سوف تدرس الأنـسجة في الـوحدة الثانـية)، وقـد توجد على الحراشيف شعيرات أو مادة شمعية أو مواد صمغية أو صبغية أو هلامـية، وتعـرف مـثل هذه البراعم بالبراعم المغطاة، ويظهر هذا النوع من البراعم في فصل الشتاء على الأشجار المتساقطة الأوراق مثل العنب والبرقوق.

9-1 الورقـــة Leaf:

1-9-1 الشكل الخارجي للورقة:

الورقة عبارة عن جزء منبسط من جسم النبات ينشأ عند العقد ويحمل في إبطه برعماً، وتنشأ الورقة من المرستيم القمي للساق كنتوء صغير ينمو ويزداد حجمه تدريجياً حتى يأخذ شكل الورقة المميز للنوع.

1-9-2 أهم وظائف الأوراق الخضراء للنبات:

- الأوراق هي العضو الرئيسي من النبات الذي تتم فيه عملية التمثيل الضوئي، وقد تقوم الورقة بوظائف أخرى حسب طبيعة النبات أو البيئة التي يعيش فيها.
- تقوم الأوراق بعملية النتح وهو خروج الماء على هيئة بخار عن طريق فتحات الثغور.

1-9-3 تركيب الورقة الخضرية:

- ما هي أجزاء الورقة الخضرية؟

لاشك أنك تعرف كثيراً من أشكال الأوراق النباتية المختلفة والمنتشرة في البيئة التي حولنا. خذ ورقة نبات وافحصها ستجد أنها تتكون من ثلاثة أجزاء هي:

أ- قاعدة الورقة **Leaf Base**:

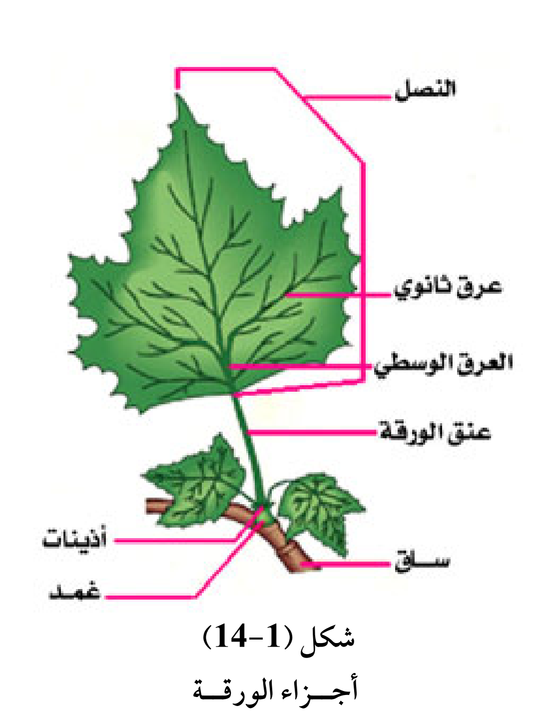
وهي جزء الورقة المتصل بالساق يتضخم قليلاً ليعطي تركيباً يكون زاوية حادة تعرف بإبط الورقة، وظيفة هذا التركيب حماية البراعم الإبطية. قد تكوّن قاعدة الورقة غمداً يحيط بالساق كما هو شائع في نباتات ذوات الفلقة الواحدة كالقمح والذرة والشعير وغيرها من النجيليات وبعض النباتات ذوات الفلقتين مثل الجزر واليانسون. وتوجد في قاعدة الورقة في بعض النباتات ذات الفلقتين زائدتان جانبيتان تسميان بالأُذينات (stipules) فتوصف الورقة بأنها مؤذنة، وفي كثير من نباتات ذوات الفلقة الواحدة ينمو غشاء رقيق يفصل بين نصل الورقة وغمدها يسمى باللُسين (ligule).

ب- عنق الورقة **Leaf Petiole** :

عنق الورقة هو الجزء الموجود بين قاعدة الورقة ونصلها، وفائدته حمل النصل في وضع مناسب لتعريضه للضوء والهواء بعيداً عن الساق. بعض الأوراق لا توجد لها أعناق فتوصف بأنها أوراق جالسة مثل ورقة نبات الزينيا.

ج- نصل الورقة:

النصل هو الجزء المنبسط من الأوراق، وأكثر أجزائها اختلافا في الشكل، ويعتبر أهم أجزاء الورقة من حيث الوظيفة التي يقوم بها، حيث تتم فيه عمليتا التمثيل الضوئي والنتح، شكل (1-14) يوضح أجزاء الورقة.



شكل (1-14)
أجـزاء الورقـة

1-9-4 التعريق في الأوراق:

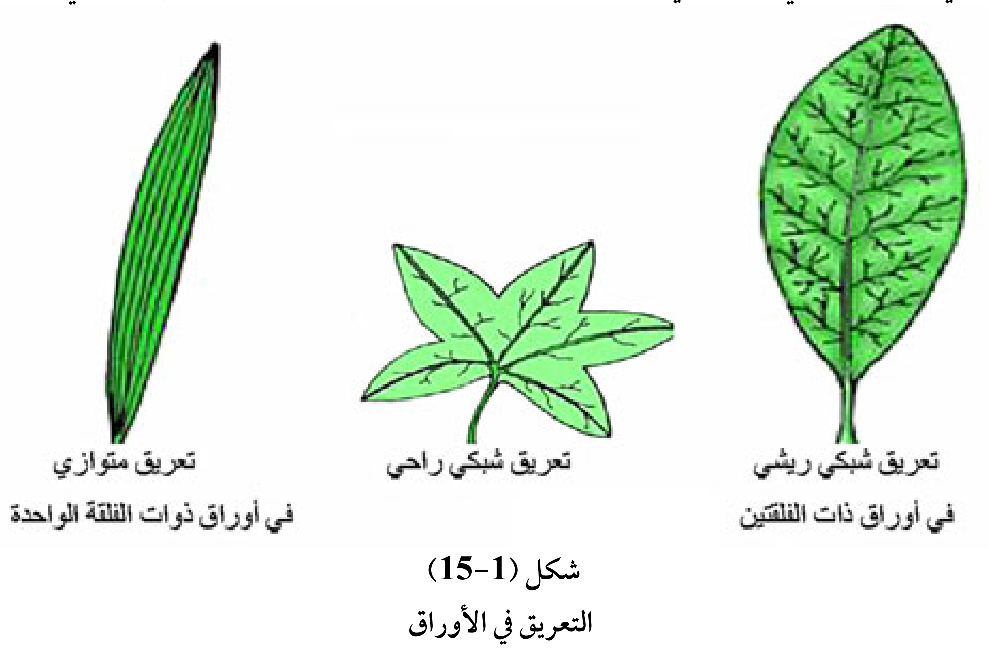
تسمى مجموعة الحزم الوعائية في الورقة بالعروق والتي تقوم بوظيفة التوصيل من وإلى أنسجة الورقة. وعادةً يوجد عرق رئيسي يتوسط الورقة تتفرع منه عروق ثانوية صغيرة تنتشر بنمط معين يختلف من نوع إلى آخر، ويمكن التعرف بصفة عامة على التعريق من خلال دراسته على مستوى أوراق نباتات ذات الفلقتين والفلقة الواحدة:

- **التعريق في أوراق نباتات ذات الفلقتين:**

التعريق في أوراق نباتات ذات الفلقتين إما أن يكون شبكياً ريشياً أو شبكياً راحياً،عند فحص نصل ورقة القطن أو الخروع نلاحظ أن هذا التعريق ناتج عن عدة عروق رئيسية متساوية في أقطارها تقريباً تخرج من نقطة واحدة هي قمة عنق الورقة، ثم تخرج من العروق الرئيسية عروق جانبية وهكذا، ويسمى هذا التعريق بالتعريق الشبكي الراحي. أما التعريق الشبكي الريشي فهو ناتج عن عرق رئيسي واحد يتفرع تفرعات عديدة كما في أوراق الدخان والونكا والفول.

- **التعريق في أوراق نباتات ذوات الفلقة الواحدة:**

عرفنا نظام التعريق في أوراق نباتات ذوات الفلقتين، وهنا سنتعرف على نظام التعريق في أوراق نباتات ذوات الفلقة الواحدة، فالتعريق في أوراق هذه النباتات يكون متوازياً إما طولياً أو عرضياً، فعند أخذنا ورقة ذرة أو شعير وفحصنا هذه الورقة بالعين المجردة سنجد عروقاً رئيسية متوازية وتتصل ببعضها بعروق صغيرة، ويعرف هذا التعريق بالتعريق المتوازي الطولي لأنه يمتد على طول الورقة ويوازي محور النصل انظر الشكل (1-15)، أما التعريق في أوراق الموز أو أوراق الكنا (الموز الكاذب) نجد أن العروق الثانوية متوازية وعمودية على العرق الرئيسي (الوسطي) للورقة، ويعرف هذا التعريق بالتعريق المتوازي العرضي.



شكل (1-15)
التعريق في الأوراق

1-9-5 أشكال الورقة البسيطة والمركبة:

قـد يكون نصل الورقة مركباً من قطعة واحدة، وتسمى الورقة في هذه الحالة بالورقة البسيطة، غير أن النصل قد يكون مؤلفاً من عدة أجزاء يسمى كل منها وريقة أو ريشة، وتسمى الورقة في هذه الحالة بالورقة المركبة.

أولاً- الورقة البسيطة:

هـي الـورقة التـي يكـون نصلها من جزء واحد مفصص أو غير مفصص وللنصل في الأوراق البسيطة أشكال متعددة كما هو واضح في الشكل (1-16)، وأهم أشكال نصل الورقة ما يلي:



أ- الورقة الإبرية:

وهي أوراق ذات نصل رفيع ومستطيل مثل أوراق الصنوبر.



إبري

ب- الورقة الشريطية:

وهــي أوراق ذات نــصل طــويل (شريطــي) مــثل أوراق النجيليات كالذرة والقمح والشعير وغيرها.



شريطي

ج- الورقة الأنبوبية:

كما في الأوراق الخضراء في البصل حيث تمثل كل ورقة أنبوبة خضراء مجوفة.

د- الورقة الرمحية:

ويأخذ نصل الورقة شكل الرمح حيث نجد أن قاعدة الورقة تتـسع ولكـنها تضيق بالتدريج في اتجاه القمة مثل أوراق الدفلة والكافور ولسان الحمل.



رمحي

هـ- الورقة البيضاوية:

مـثل أوراق الـسدر والفيكس والدورانتا حيث يأخذ نصل هذه الأوراق الشكل البيضاوي.

بيضاوي

و- الأوراق القلبية:

وفي هذه الأوراق نجد أن قمة النصل مدببة، وقاعدة النصل تأخذ الشكل المستدير مثل أوراق المشمش.

ز- الورقة الكلوية:

مثل أوراق خف الجمل حيث نجد أن نصل الورقة يأخذ الشكل الكلوي.

ح- الورقة السهمية:

وهي أوراق قاعدة نصلها ذات فصين مدببين تتجه نهايتهما إلى الخلف مثل أوراق نبات رجل البط (Syngonium sp).

ط- الورقة المزراقية:

وهي أوراق تشبه في نصلها الأوراق السهمية لكن الفصين المدببين للنصل تتجه نهايتهما إلى الجانبين مثل أوراق العليق.

ي- الورقة القرصية أو الدرعية:

النصل ذو شكل مستدير، ويتصل عنق الورقة بمركز النصل، ويأخذ النصل شكل القرص أو الدرع، مثل ورقة أبو خنجر.

ك- الورقة المثلثة:

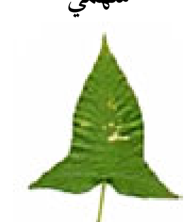
تشبه هذه الورقه المثلث متساوي الساقين، ويتصل عنق الورقة بمنتصف قاعدة النصل، ومن أمثلتها أوراق نبات الحور.



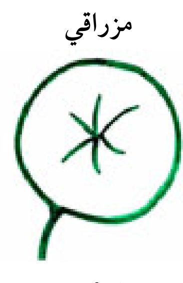
قلبي



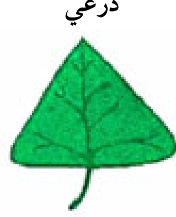
سهمي



مزراقي



درعي



مثلث

شكل (1-16)

أشكال النصل في الأوراق البسيطة

• **التفصص والتجزئة في الأوراق:**

يبدو النصل في بعض الأوراق البسيطة مفصصاً ومستوى هذا التفصيص قد يكون متوسطاً، وقد يكون غائراً كما يوضحه الشكل (1-17)، وعليه يمكن تقسيم الورقة



شكل (1-17)

الأوراق المفصصة

من هذه الناحية إلى أوراق مفصصة وأوراق مجزأة كما يلي:

- الأوراق المفصصة:

قد يكون نصل الورقة مؤلفاً من قطعة واحدة، غير أنه قد يكون مفصصاً إذ يزداد تموج النصل، ويصل عمق الانخفاضات إلى أقل من نصف النصل أو أكثر من ذلك، وعليه فهناك عدة مستويات للتفصيص، منها:

أ- تفصيص ريشي:

ويلاحظ أن اتجاهات التجاويف بين الفصوص تكون ناحية العرق الوسطي بحيث يأخذ نصل الورقة شكل الريشة مثل أوراق الفجل.

ب- تفصيص راحي:

حيث نجد أن اتجاهات التجاويف هنا تكون نحو قاعدة النصل مثل أوراق العنب والخروع والقطن، لذلك نسمي هذه الأوراق بأوراق مفصصة راحية.

- الأوراق المجزأة:

تسمى الورقة البسيطة بأنها مجزأة إذا وصلت أعماق التجاويف في نصلها إلى العرق الوسطي أو قريباً منه، كما في أوراق نباتات العائلة الخيمية كالجزر والكزبرة وكذا بعض أجناس العائلة المركبة مثل نبات الأراولة المستخدم في الزينة.

وتأخذ حافة النصل أشكالاً متعددة كما هي موضحة في شكل (1-18) وهي كما يلي:

كاملة مسننة مقروضة
منشارية شوكية متموجة

شكل (1- 18)
أشكال حواف الأوراق

- حافة كاملة، وهي خالية من التموجات والتسننات كما في أوراق الزيتون،
- حافة مسننة، وهي ذات أسنان حادة تتجه جهة الخارج كما في ورقة المشمش.
- حافة مقروضة حيث تكون الحافة فيها بشكل بروزات غير مدببة كما في التوت.
- حافة منشارية، وهي ذات أسنان حادة متجهة نحو قمة النصل كما في وريقة الورد.
- حافة شوكية، وحافتها ذات تسنين كبير والأسنان فيها مدببة الأطراف كما في أوراق السنف.
- حافة متعرجة تتموج فيها الحافة بشكل انخفاضات بسيطة كما في نبات البلارجونيوم العطري.

ثانياً- الورقة المركبة:

هـي الـورقة التـي بـتكون نـصلها مـن أكثـر مـن جزء كل جزء يسمى وريقة التالي فإنها تتكون من مجموعة من الوريقات وتقسم الأوراق المركبة تبعاً لطريقة اتصال الوريقات بمحور الورقة إلى:

أ- أوراق مركبة راحية:

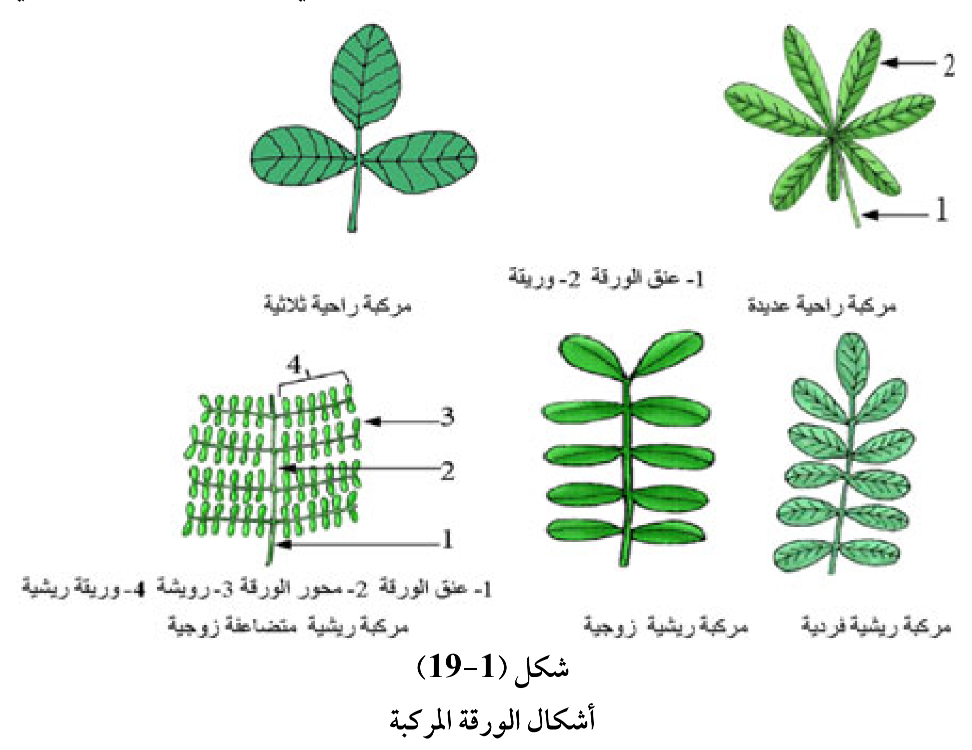
نلاحظ في هذا النوع من الأوراق أن جميع الوريقات تتصل بعنق الورقة مباشرة عند نقطة واحدة فتبدو وكأنها خرجت جميعها من موضع واحد، فقد تحتوي الورقة في هذا النوع على وريقتين أو ثلاث وريقات كما في أوراق نـبات البرسـيم والفاصـوليا، أو أربـع كـما في الأوكـسالس ومـن أمـثلة ذلك أوراق نباتات الترمس والأراليا والترمس.

ب- أوراق مركبة ريشية:

في هـذا الـنوع مـن الأوراق نجـد أن الوريقات تترتب على جانبي محور الورقة كترتيب شعيرات الريشة على جانبي محورها، وكما هو موضح في الشكل (1-19) يمكن تقسيم الورقة المركبة الريشية إلى ورقة مركبة ريشية بسيطة ومركبة ريشية متضاعفة كما يلي:

- ورقة مركبة ريشية فردية: وهي التي ينتهي محورها بوريقة واحدة كما في أوراق الورد والتيكوما.
- ورقـة مـركبة ريـشية زوجـية: وهـي التـي ينتهـي فـيها محـور الورق المركبة بورقتين متقابلتين كما في أوراق السنامكي.
- ورقة مركبة ريشية متضاعفة:

في الأوراق المـركبة الريـشية لـبعض النباتات تتجزأ الوريقات، وينقسم نصلها إلى عدة أجزاء منفصلة تنتظم عـلى فـروع المحـور الرئيسي لتكّون ما يعرف بالرويشات،وفي هذه الحالة تسمى الورقة بالورقة المركبة الريشية المتضاعفة، وقد تكون هذه الأوراق مركبة ريشية متضاعفة فردية كما في الجكراندا أو زوجية كما في البونسيانا.

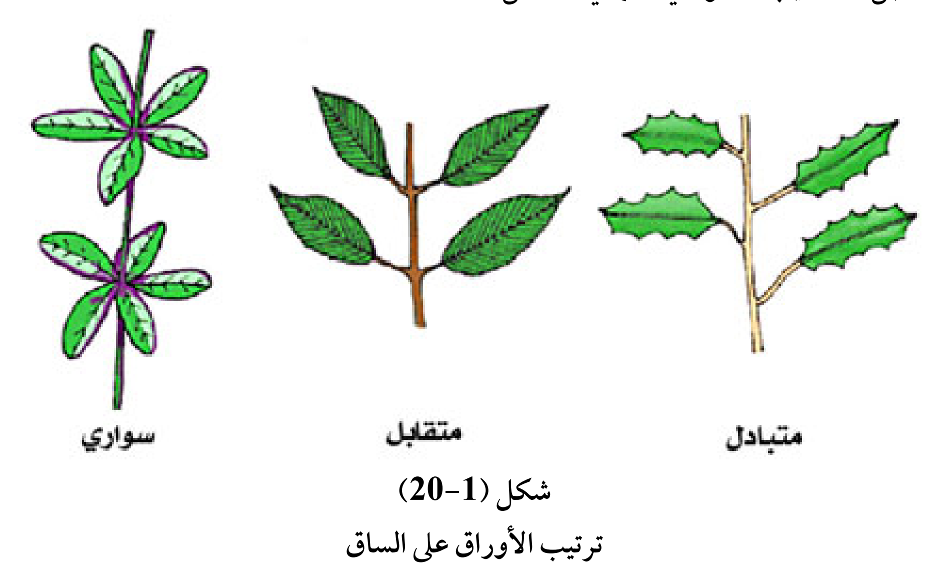


شكل (1-19)

أشكال الورقة المركبة

6-9-1 وضع الأوراق علي الساق:

هـو نظام ترتيب الأوراق على الساق يفيد في تعريض الأوراق بصورة مناسبة للضوء، واختلاف الترتيب يعتمد على الـنوع النـباتي، وعمـوماً تـترتب الأوراق عـلى الـساق بـثلاثة نظم رئيسية هي: الترتيب الحلزوني (المتبادل) والترتيب المتقابل والترتيب السواري، كما في الشكل (1-20).



شكل (1-20)

ترتيب الأوراق على الساق

أ- الترتيب (المتبادل):

عـرفنا أن الـساق تـتكون مـن عقد وسلاميات، وفي هذا النظام نجد أن كل عقدة من الساق تحمل ورقة واحدة حيث إن الـورقة الأولى تخـرج مـن العقدة الأولى والورقة الثانية الخارجة من العقدة التالية تقع في الاتجاه المقابل، وأمـا الـورقة الخارجة من العقدة الثالثة فتكون في وضع مماثل للورقة الأولى وهكذا، ومثل هذا النوع من الترتيب يوجد في نبات الذرة والقمح والفول والقطن.

ب- الترتيب المتقابل:

في هـذا النظام تحمل كل عقدة من عقد الساق ورقتين متقابلتين، وعادةً تقع الورقتان المتقابلتان للعقدة التالية في وضـع مـتعامد عـلى ورقتـي العقـدة الـسابقة فيـسمى هذا النظام بنظام الترتيب المتقابل المتعامد، كما في الياسمين الزفر (Clerodendron sp.).

ج- الترتيب السواري أو المحيطي:

وفي هـذا الـنظام تخرج من العقدة الواحدة ثلاث أوراق أو أكثر تترتب بشكل منتظم حول العقدة فيسمى هذا النظام بالنظام السواري، كما في نبات الدفلة.

1-9-7 تحورات الأوراق:

- ماذا يقصد بتحورات الأوراق؟ وما هي صورها؟

عرفنا – فيما سبق – أشكال الأوراق المختلفة، كما عرفنا وظائفها، إلا أن بعض النباتات تتحور أوراقها وتغير من شكلها كلياً أو جزئياً لتقوم بوظيفة معينة تتلاءم مع احتياج النبات في الظروف البيئية التي يعيش فيها. الشكل (1- 21) يوضح مظاهر بعض تحورات الأوراق والتي من أهمها ما يلي:



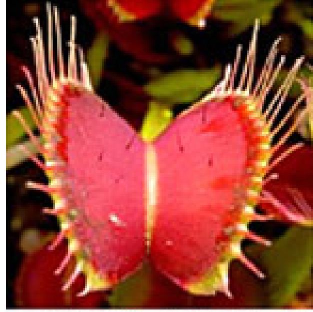
تحور الورقة إلى شوكة (التين الشوكي)

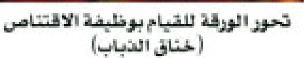


تحور الورقة إلى محلاق (ابسلة الزهور)



تحور الورقة إلى أعضاء تخزينية (الصبار)





تحور الورقة للقيام بوظيفة الاقتناص (خناق الذباب)

شكل (1-21)

التحورات في الأوراق

أ- تحور الورقة إلى شوكة:

حيث تصبح الورقة مدببة القمة لحماية النبات من حيوانات الرعي وتقليل السطح المعرض للجو، وبالتالي تقليل عملية النتح، كما في نبات التين الشوكي.

ب- تحور الورقة إلى محلاق:

حيث تتحور الورقة الى محلاق لتساعد النبات على التسلق، كما في نبات بسلة الزهور.

ج- تحور الورقة إلى أعضاء متشحمة لتخزين الغذاء والماء:

تقوم أوراق كثير من النباتات بوظيفة خزن الماء بالإضافة لقيامها بعملية البناء الضوئي، ويحدث ذلك في النباتات المتأقلمة للظروف الجفافية مثل نبات حي العلم والصبار.

د- تحور الورقة للقيام بوظيفة الاقتناص:

تتحور أوراق بعض النباتات إلى أشكال مختلفة لتقوم بوظيفة الاقتناص للحشرات بغرض التغذية (النباتات آكلة الحشرات) كما في نبات الجرة ونبات(Nepenthes) ونبات خناق الذباب (Dionaea) ونبات ورد الشمس (Drosera).

تقـــويم الوحـــدة الأولى

س1: ماذا يقصد بالآتي:

1- علم الشكل الخارجي؟
2- التحور في النباتات؟
3- البراعم؟
4- البرعم المختلط.؟
5- الجذور المخزنة؟
6- السيقان الأرضية؟
7- كمون البذرة؟
8- الترتيب السواري؟

س2: اشرح مظاهر الحياة في النباتات.

س3: ميز في جدول مقارنة بين كل من المملكة النباتية والمملكة الحيوانية.

س4: وضح بالرسم كلا مما يأتي:

أ- تركيب البذرة.

ب- تركيب الورقة الخضراء.

ج- الأجزاء المختلفة للنبات العام.

د- مناطق الجذور المختلفة .

س5: قسم الجذور حسب المنشأ مع ذكر أمثلة لكل قسم.

س6: وضح مراحل الإنبات المختلفة للبذور.

س7: صل بين العضو النباتي في العمود (أ) مع الوظيفة الملائمة له في العمود (ب):

التسلسل	العمود (أ)	العمود (ب)
1	البذور	تمتص الطاقة الضوئية ثم القيام بعملية البناء الضوئي.
2	الجذور	توصيل الماء والأملاح إلى الأوراق.
3	السيقان	وقاية المر ستيم القمي في الجذور.
4	الأوراق	حفظ التراكيب الوراثية للأنواع ، التكاثر.
5	القلنسوة	امتصاص الماء والعناصر الذائبة فيه.

س8: فرق بين كل من:

1- الإنبات الهوائي والإنبات الأرضي.

2- السيقان الهوائية والسيقان الأرضية.

3- البراعم العارية والبراعم المغطاة.

س9: اذكر وظائف كل مما يأتي:

أ- الشعيرات الجذرية.

ب- السيقان الأرضية المتحورة.

ج- عنق الورقة.

س10: اذكر وظائف السيقان التي تتميز بها عن غيرها من أعضاء النبات الأخرى؟

س11: أكمل الجدول التالي موضحاً العضو المتحور ونوع التحور والغرض من كل تحور، كما في الفقرة رقم (1).

التسلسل	اسم النبات	العضو المتحور	نوع التحور	الغرض من التحور
1	نبات البطاطس	الساق	تحور الساق إلى درنة	تخزين الغذاء والتكاثر
2	نبات البطاطا			
3	نبات النجيل			
4	نبات العنب			
5	الجهنمية أو العاقول			
6	نبات بسلة الزهور			
7	التين الشوكي			

س12: علل كلا مما يأتي:

أ- ظهور الجذير أولاً عند إنبات البذور.

ب-يعتبر إنبات بذرة الفول إنباتاً ارضياً.

ج- يعتبر نبات بذرة الخروع إنباتاً هوائياً.

س13: صف أوراق النباتات المدونة أدناه بوضع علامة (✓) في خانة الاختيار المناسب - حسب المثال - في الفقرة رقم (1):

م	الورقة	نوع النصل		نوع التعريق		حافة الورقة	
		بسيط	مركب	متوازي	شبكي	كاملة	غير كاملة
1	ورقة الذرة	✓		✓		✓	
2	ورقة القطن						
3	ورقة الفول						
4	ورقة الخروع						
5	ورقة الموز						
6	ورقة المانجو						
7	ورقة العنب						
8	ورقة الكافور						
9	ورقة العليق						
10	ورقة الورد						
11	ورقة البونسيانا						
12	ورقة البرسيم						
13	ورقة البصل						

س14: وضح نظام ترتيب الأوراق على سيقان النباتات في الجدول التالي:

م	اسم النبات	نظام ترتيب الأوراق على الساق
1	القمح	
2	الذرة	
3	الدورنتا	
4	الفول	
5	ونكاروزاء	
6	الدفلة	

***

الوحدة الثانية

الخليــة والأنسجــة النباتيــة

Cell and Plant Tissues

أهـــــداف الوحـــــدة

يتوقع منك بعد الانتهاء من دراستك لهذه الوحدة أن تكون قادراً على أن:

1- تتعرف الخلية النباتية.

2- تتعرف الأنسجة النباتية.

3- تتعرف الأنسجة المستديمة في النبات.

1-2 الخلية النباتية Plant Cell:

إذا نظـرت بالعين المجردة إلى ما حولك من كائنات حية من إنسان وحيوان ونبات فماذا تلاحظ؟ تلاحظ وجود اخـتلافات كثيرة بينها من حيث الشكل والحجم والتغذية والتكاثر والتنفس وغير ذلك، أفلا يوجد قاسم مشترك يجمع بين كل هذه الكائنات؟

مـاذا لو نظرنا إلى الكائنات الدقيقة والتي قد يصعب أو يستحيل رؤيتها بالعين المجردة، ولكن من خلال المجهر (الميكروسكوب) ماذا سنلاحظ؟

للإجابة على هذا السؤال وغيره دعونا نستعرض جهود بعض العلماء في هذا المجال.

- كانـت البداية في عام 1665م حيث اكتشف العالم الإنجليزي روبرت هوك، وبواسطة الميكروسكوب بسيط أن قطعـة الفلـين تتكون من وحدات أو حجرات تشبه خلايا النحل (قرص العسل)، يفصل هذه الوحدات عـن بعـضها حواجـز دقيقة. وأطلق على هذه الوحدات اسم خلايا. أخذ هوك يفحص نسيج من ورقة نبات أخضر، ماذا وجد هوك هذه المرة؟

لقـد وجـد أن نـسيج الـورقة يـتكون من وحدات (حجرات) أيضا تشبه الوحدات التي شاهدها عند فحصه لقطعة الفلين، بالإضافة إلى ذلك وجد أن خلايا نسيج الورقة تحتوي على ما أسماه بالعصير الذي عرف فيما بعد بالبروتوبلاست.

- وفي عـام 1676م شـاهد صـانع العدسـات الهولـندي انطـوان فان لوفنهوك أجساماً خضراء بداخل الخلايا النباتية عرفت فيما بعد باسم البلاستيدات الخضراء.
- وفي عـام 1833م اكتشف العالم الإنجليزي روبرت براون جسماً كروياً داخل الخلية وأطلق عليه اسم النواة، ثم أثبت العالم الألماني شلايدن أن النواة تحتوي على نوية.
- وفي عـام 1839م أطلـق العـالم باركنجـي اسـم بـروتو بلازم على المادة الحية للخلايا، وبعد ذلك وضع عالم الحـيوان الألمـاني شـفان وعـالم النـبات الألماني شلايدن نظرية الخلية مفادها أن الخلية (حيوانية أو نباتية) هي الوحدة الأساسية لبناء الكائن الحي وأنها تقوم بجميع العمليات الحيوية.
- ثـم تـوالت الاكتـشافات بعـد ذلـك، ففـي عـام 1898م اكتشف العالم الإيطالي جولجي خلال فحصه لخلية حيوانية أقراصاً متراصة فوق بعضها، وقد سميت بجهاز جولجي، وتلاه اكتشاف العالم الألماني التمان لأجسام داخل الخلية سماها بالميتوكوندريا.

إذاً يـوجد قاسـم مـشترك يجمـع بـين الكائنات الحية الحيوانية والنباتية، هذا القاسم المشترك هو أن وحدة بناء الكـائن الحي سواء كان حيواناً أو نباتاً هي الخلية، ففي النباتات والحيوانات التي يتكون جسمها من عديد من الخلايـا نجد أن كل خلية واحدة منها صغيرة الحجم تنقسم مرة بعد أخرى لتعطي كل مجموعة من هذه الخلايا المتشابهة ما يسمى بالنسيج، وهذه الأنسجة تكون الأعضاء المختلفة للكائن الحي.

تختلف خلايـا الكائنات الحية عموماً باختلاف هذه الكائنات وباختلاف الوظائف الحيوية التي تقوم بها هذه الخلايا وبالتالي تتباين الخلايا في محتوياتها لتتناسب مع تلك الوظائف الحيوية التي تؤديها.

2-1-1 تقسيم الخلايا:

تقسم الخلايا حسب وجود الغشاء النووي أو عدم وجوده إلى نوعين هما:

أ- الخلية بدائية النواة Prokaryotic Cell:

أهـم مـا يميـز هـذا الـنوع مـن الخلايـا هـو عدم وجود غلاف يحيط بالنواة إذ تكون المادة النووية منتشرة في الـسيتوبلازم، ويـوجد هـذا الـنوع من الخلايا في الكائنات البدائية مثل البكتيريا، ومما يميز الخلايا بدائية النواة – بالإضـافة إلى عـدم وجـود الغـلاف النووي- هو وجود الحامض النووي DNA على هيئة خيط طويل ملتف في الـسيتوبلازم، وكـذلك عـدم وجـود شـبكة إندوبلازمـية أو أي عـضيات غـشائية أخـرى مـثل البلاسـتيدات والميتوكوندريا.

ب- الخلية حقيقية النواة Eukaryotic Cell:

وتمتاز هذه الخلايا بوجود غلاف نووي حول النواة كما تمتاز بوجود مكونات وتراكيب حية مثل البلاستيدات والميتوكوندريا وجهاز جولجي، وتوجد الخلايا حقيقية النواة في كثير من الكائنات الحية مثل الطحالب والفطريات والتيريديات والنباتات عاريات البذور والنباتات كاسيات البذور.

2-1-2 تعريف الخلية النباتية:

مـا هـي الخلية النباتية؟ الخلية النباتية هي وحدة التركيب والوظيفية في النبات وتقوم بجميع العمليات الحيوية، وتنشا من انقسام خلايا أخرى إنشائية أو خلايا بالغة استعادت قدرتها على الانقسام.

2-1-3 شكل الخلية النباتية وحجمها:

معظم الخلايا دقيقة مجهرية لا تتجاوز أبعادها عدة ميكرونات، بل إن بعضها لا تتجاوز أبعادها ميكرون واحد، كـما في بعـض أنـواع البكـتريا (0.1–10 ميكـرون والميكـرون يـساوي 0.001 ملليمـتر)، وهناك بعض الخلايا كـشعيرات القطـن وألـياف بعـض النـباتات يـصل طـولها إلى سنتيمترات أو أكثر (قد تصل أطوال بعض خلايا الألـياف إلى مـتر ونـصف، كما في ألياف الجوت)، كما أن شكل الخلايا يكون متشابهاً في النسيج الواحد. وغالباً ما يختلف شكلها فيما بين الأنسجة المختلفة. وتتخذ الخلية الشكل الذي يتلاءم مع الوظيفة التي تؤديها والمكان الذي توجد فيه، فقد تكون الخلايا كروية أو مستطيلة أو مضلعة أو مكعبة.

2-1-4 تركيب الخلية النباتية:

تتركب الخلية النباتية كما هو موضح في الشكل (2-1) من جزأين مختلفين في التركيب والوظيفة هما:

أ- الجدار الخلوي:

يحيط الجدار الخلوي إحاطة تامة بجميع مكونات الخلية النباتية.

ب- البروتوبلاست:

ويقصد به جميع مكونات الخلية ماعدا الجدار الخلوي، وهي السيتوبلازم، النواة، الميتوكونديريا، البلاستيدات، جهاز جولجي وغيرها من المكونات وفي ما يلي شرحاً لأجزاء الخلية:

1- جدار الخلية　2- الريبوسومات　3- الميتوكونديريا
4- بلاستيدات خضرا　5- جهاز جولجي　6- فجوة عصارية
7- نواة　8- نوية　9- غشاء بلازمي
10- شبكة اند وبلازمي　11- سيتوبلازم

شكل (2-1)
تركيب الخلية النباتية

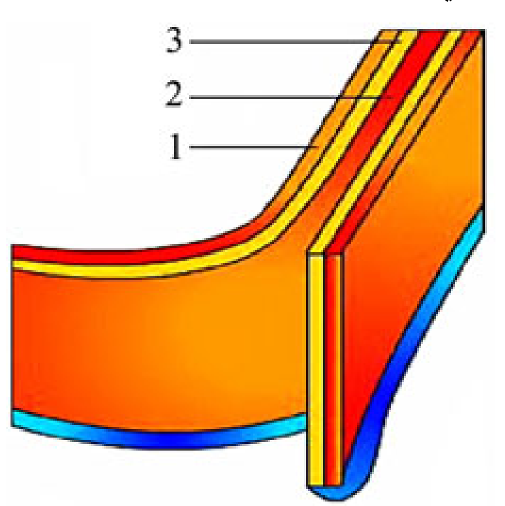
أولاً- الجدار الخلوي:

- مما يتركب الجدار الخلوي؟ وما هي وظيفته؟

تتميز جميع الخلايا النباتية بأنها ذات جدار خلوي، وهو عبارة عن تركيب غير حي مسامي شبه صلب ومرن إلى حد ما. في الخطوات الأخيرة من انقسام الخلية النباتية يتكون غشاء يفصل بين بروتوبلاست الخليتين الناشئتين يعرف بالصفيحة الخلوية، ثم تتحول الصفيحة الخلوية إلى جدار بكتيني يعرف بالصفيحة الوسطى التي تترسب على جانبيها مواد أخرى مثل السيليلوز ومركبات الهيميسليلوز والبكتين والبروتين مكونة بذلك ما يسمى بالجدار الابتدائي. وعند اكتمال نمو الخلية ووصولها إلى الحجم الطبيعي يبدأ ترسيب الجدار الثانوي على الجدار الابتدائي.

- هل يوجد اتصال بين الخلايا المتجاورة؟

تتخلل الجدار الخلوي فتحات صغيرة تعرف بالنقر، لا تترسب عليها المواد المكونة للجدار الخلوي، وتسمح هذه النقر بالاتصال والتبادل بين سيتوبلازم الخلايا المتجاورة بواسطة شرائط من السيتوبلازم تسمى بلازمودزماتا شكل (2-2).



1- جدار ثانوي　2- صفيحة وسطى　3- جدار ابتدائي

شكل (2-2)
الجدار الخلوي

ثانياً- البروتوبلاست:

توجد المكونات الحية في الخلية النباتية ضمن السيتوبلازم، وفيما يلي أهم هذه المكونات:

- **السيتوبلازم Cytoplasm**:

السيتوبلازم هو المادة الغروية الأساسية للبروتوبلازم، ويملأ السيتوبلازم فراغ الخلية الحديثة السن، أما في الخلايا البالغة فإنه يكون طبقة رقيقة تبطن الجدار الخلوي، ويتكون السيتوبلازم بشكل أساسي من البلازم الأساسي والأغشية البلازمية والشبكة الإندوبلازمية.

- **البلازم الأساسي Cytoplasmic Ground Substances**:

هو جزء من السيتوبلازم وهو عبارة عن مادة هلامية القوام (نصف سائلة) ذات تركيب يحتوي على 80-90٪ من وزنه ماء، كما يحتوي على بروتينات ودهون وأحماض نووية وأحماض أمينية وسكريات وأملاح معدنية ذائبة وهو المحلول الذي تنغمس فيه بقية أجزاء السيتوبلازم.

- **النواة Nucleus:**

أهم المكونات البروتوبلازمية في الخلية وهي المسيطرة على النمو والنشاط الوظيفي (الفسيولوجي) لجميع المكونات الحية الأخرى في الخلية، فهي مركز الحياة، وعادة تحتوي الخلية الحية على نواة واحدة، بينما في البكتريا والطحالب الخضراء المزرقة توجد المادة النووية منتشرة في السيتوبلازم، وقد تحتوي الخلية على عديد من النويات الصغيرة وتسمى بالخلايا عديدة النويات كما في النباتات الثالوسية، وكذلك في القنوات اللبنية في النباتات الراقية.

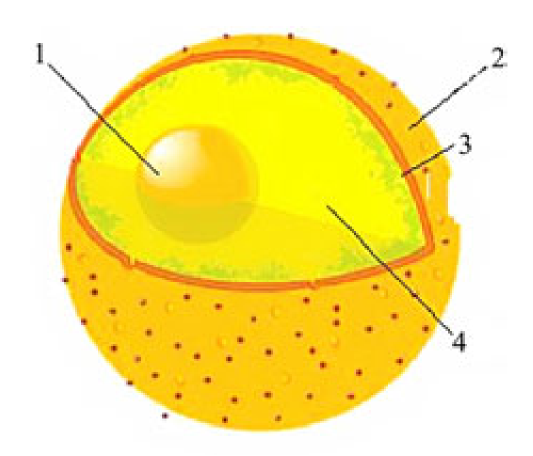
- أين توجد النواة؟

توجد النواة منغمسة في السيتوبلازم، وهي عادةً كروية إلى بيضاوية الشكل، ويختلف حجم وشكل وموضع النواة تبعاً لنوع الخلية، ففي الخلايا الميرستيمية (الإنشائية) تكون النواة كبيرة الحجم وتشغل حوالي 75٪ من حجم الخلية، أما في الخلايا تامة النضج حيث توجد فجوة عصارية كبيرة، فإن النواة توجد بجوار جدار الخلية وتشغل نسبة بسيطة من حجم الخلية.

- مما تتكون النواة؟

تحاط النواة بالغشاء النووي، الذي يحوي السائل النووي وكذلك الكروموسومات (التي تحمل الجينات) التي توجد في صورة شبكة تسمى بالشبكة الكروماتينية والتي تتكون أساساً من الحامض النووي DNA وهو الحامل للشفرة الوراثية التي تتحكم في الصفات الوراثية للنبات، كما يوجد في النواة الحامض النووي RNA وهو المسئول عن تخليق الأحماض الأمينية والأنزيمات بالخلية.

ويوجد في النواة نوية واحدة أو أكثر وهي عادة كروية ولا تحاط بأغشية، وتلعب دوراً أساسياً في عمليات تخليق البروتينات، وتختفي النوية مع الغشاء النووي أثناء انقسام الخلية. انظر الشكل (2-3).



1- نوية 2- غلاف نووي
3- ماده كروماتينية 4- سائل نووي
شكل (2-3)
نواة الخلية النباتية

• **الريبوسومات Ribosomes:**

- ما الريبوسومات؟ وأين توجد؟

الريبوسومات هي عصيات بروتوبلازمية حبيبية صغيرة الحجم توجد منتشرة في السيتوبلازم أو ملتصقة بالأغشية الخارجية للشبكة الأندوبلازمية، كما توجد في البلاستيدات الخضراء والميتوكوندريا والنوية ومنتشرة كذلك في السائل النووي. تحتوي الريبوسومات على نسبة كبيرة من الحمض النووي RNA الموجود بالخلية، لذلك تعتبر الريبوسومات أماكن تخليق البروتينات في الخلية.

• **الجسيمات Microbodies:**

- ما هي الجسيمات؟ وما وظيفتها؟

الجسيمات هي عضيات دقيقة الحجم، ذات أشكال مختلفة تحاط بغلاف غشائي مفرد وتمتاز باحتوائها على إنزيمات الأكسدة.

• **الأنابيب الدقيقة Microtubules:**

هي عبارة عن أنابيب دقيقة طويلة غير متفرعة جوفاء تختلف في أطوالها، وتغلف بغشاء مفرد يتكون من وحدات بروتينية. تدخل الأنابيب الدقيقة في تكوين الأهداب والأسواط وتكوين خيوط المغزل أثناء انقسام الخلية (وستدرس انقسام الخلية في الوحدة التاسعة).

2-1-5 المحتويات غير الحية في الخلية النباتية:

عرفت سابقاً أن الخلية تحتوي على مكونات حية (بروتو بلازمية)، وسوف تتعرف هنا على المكونات غير الحية في الخلية النباتية والتي تشمل المكونات التالية:

أ- الفجوة العصارية Vacoules:

توجد الفجوة العصارية في جميع الخلايا النباتية ماعدا الخلايا حديثة السن، إذ تمتلىء الفجوة العصارية بالعصير الخلوي، وتختلف مكونات الفجوة العصارية باختلاف الخلايا، ويعتبر الماء المكون الرئيسي للفجوة العصارية والذي تذوب فيه عديد من المواد مثل الأملاح الكربوهيدرات والأحماض العضوية والصبغات مثل صبغة الأنثوسيانين التي تكسب بعض الأعضاء النباتية كبتلات الأزهار وبعض الأوراق والجذور (مثل البنجر) ألوانها المميزة.

تعتبر الفجوات العصارية في الخلية المكان الرئيسي لتجميع المواد سواء للتخزين أو الإخراج، كما أنها تقوم بدور فعال في إحداث التوازن المائي في الخلية.

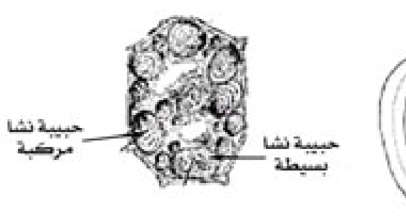
ب- الكربوهيدرات **Carbohydrates**:

تعتبر الكربوهيدرات أهم المكونات غير الحية في الخلية النباتية. فما هي الكربوهيدرات؟ وأين توجد؟

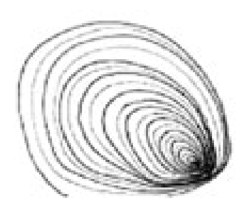
المواد الكربوهيدراتية هي نواتج أيضية توجد في الخلايا النباتية على حالة ذائبة أو صلبة، وأهم الكربوهيدرات الذائبة هي السكاكر كسكر العنب (جلوكوز) وسكر الفاكهة (فراكتوز) والأنيولين، وأهم المواد الكربوهيدراتية المدخرة في النبات هي النشا. ويعتبر النشا والسليلوز من أهم المواد الكربوهيدراتية المعقدة في الخلية النباتية، ويتكون النشا والسليلوز من سلاسل طويلة وحداتها سكر الجلوكوز. ويعتبر السليلوز المكون الرئيسي لجدار الخلية، بينما يعتبر النشا مادة مخزنة داخل البروتوبلاست، ويظهر النشا تحت المجهر بصورة حبيبات.

- أين تنشأ حبيبات النشا؟ وما أشكالها؟

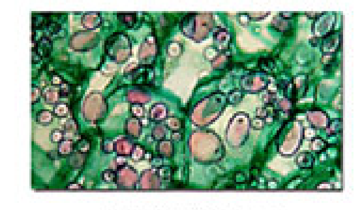
تنشأ حبيبات النشا داخل البلاستيدات عديمة اللون حول نقطة تسمى مركز تكوين حبيبة النشا (السرة). وتبعاً لموضع السرة توجد عدة أشكال من حبيبات النشا شكل (2-4) حيث توجد حبيبات نشأ مركزية السرة، وحبيبات نشا طرفية السرة وقد تكون حبيبات النشا بسيطة إذا احتوت على سرة واحدة، وقد تكون نصف مركبة إذا كان بها أكثر من سرة. وقد تكون حلقات النشا متجمعة معاً ومحاطة بغلاف واحد، أو أنها مركبة تنتج عن تجمع عدة حبيبات من النشا كل منها له سرة وغلاف خاص بها وحلقاتها غير متجمعة معاً. ويوجد النشا في كثير من المحاصيل مثل البطاطس وحبوب القمح والبطاطا والذرة وغيرها.



حبيبة نشا داخل الخلية


حبيبة نشا بسيطة


حبيبات نشا القمح


حبيبات نشا البطاطس

شكل (2-4)
حبيبات النشا

ج- البروتينات **Proteins**:

- ما هي البروتينات؟ وما وحداتها البنائيه؟

البروتينات عبارة عن مركبات معقدة تتكون من عناصر النيتروجين والأكسجين والهيدروجين والحديد والكربون، ويعتبر الحامض الأميني وحدة بناء البروتينات إذ تتكون البروتينات من سلاسل طويلة من الأحماض الأمينية. توجد البروتينات في الخلية البناتية إما في صورة بلورية أو في صورة هلامية، وتخزن البروتينات في حالة سائلة في العصير الخلوي أو في صورة صلبة تسمى حبيبات الأليرون كما في بذور البسلة (البازلاء) وحبوب القمح.

د- الزيوت والدهون Oils and Fats :

ما هي المواد الدهنية؟ وأين توجد؟

توجد الزيوت والدهون في معظم الخلايا النباتية الحية على هيئة قطرات مستديرة لامعة بالعصير الخلوي أو السيتوبلازم، وهناك طائفة من النباتات تختزن الزيوت في خلايا بذورها أو ثمارها بكميات وفيرة تسمح باستغلالها اقتصادياً كما في بذور السمسم والقطن وبعض الثمار مثل حبوب الذرة وثمار الزيتون أو كقطرات في الفجوات العصارية أو توجد على جدار الخلايا كما في طبقة الأدمة Cuticle أو في صورة مواد طيارة كما في بعض الأزهار والثمار.

هـ- البلورات Crystals:

- ما هي البلورات؟ وما هي أشكالها؟

البلورات هي مواد إخراجية توجد في الخلية في صورة عضوية أو غير عضوية، وأكثر أنواع البلورات تواجداً في الخلية النباتية هي البلورات الناتجة عن أملاح الكالسيوم، ومنها:

- بلورات اوكسالات الكالسيوم:

توجد في معظم الفصائل النباتية، ويكثر وجودها في الفجوات العصارية وفي خلايا القشرة واللحاء والنخاع، وهي ذات أشكال مختلفة منها البلورات الإبرية وهي بلورات إبرية الشكل تتجمع في حزم كبيرة داخل خلايا خاصة، وتشاهد في أوراق نبات دراسينا ونبات حي العلم وقشر الموز، والبلورات النجمية وهي بلورات كبيرة الحجم نجمية الشكل كثيرة النتوءات مثل البلورات الموجودة في سيقان القطن وجذوره. شكل (2-5).



شكل (2-5)
أشكال البلورات

- بلورات كربونات الكالسيوم:

تتكون أحياناً أجسام صلبة من كربونات الكاليسيوم ومن أهم أمثلة هذه الظاهرة الحويصلة الحجرية التي تتكون في خلايا البشرة بنبات التين المطاط (Ficus elastica).

وبالإضافة إلى المحتويات السابقة قد توجد في الخلية نواتج أيضية قلويدات وجلوكسينات ولبن نباتي وتانينات وأحماض عضوية وفيتامينات وإنزيمات، فبعض هذه المركبات قد يوجد بصورة أساسية في خلايا بعض الفصائل النباتية.

2-2 الأنسجة النباتية Plant Tissues:

النسيج النباتي يتكون من مجموعة من الخلايا المتشابهة في الشكل والتركيب والوظيفة والمتحدة في النشأة.

1-2-2 الفرق بين الخلية والنسيج النباتي:

- ما الفرق بين الخلية والنسيج النباتي؟

الوحدة الأساسية في النسيج النباتي هي الخلية ومجموعة الخلايا تكّون نسيجاً ومجموعة الأنسجة المتجاورة والمترابطة تكّون عضواً، ومن مجموعة الأعضاء يتكّون الجهاز ومن مجموعة الأجهزة يتكّون جسم النبات.

تختلف الأنسجة النباتية في النباتات الراقية من حيث التركيب فبعضها تتكون من نوع واحد من الخلايا لهذا تسمى أنسجة بسيطة مثل الأنسجة البرانشيمية. والبعض الآخر يتكون من أكثر من نوع من الخلايا لهذا تسمى أنسجة مركبة مثل نسيج الخشب ونسيج اللحاء، وتختلف الخلايا التي يتكون منها كل نسيج في شكلها وتركيبها بما يتلاءم مع الوظيفة التي يقوم بها كل نسيج.

2-2-2 أنواع الأنسجة:

في بدايات النمو، تنمو معظم الأنسجة على هيئة مجموعة من خلايا قمية غير متمايزة (غير محددة الاختصاص)، تُعرف مجموعة هذه الخلايا والتي لها القدرة على الاستمرار في النمو بالأنسجة المرستيمية. وتتمايز (تتخصص) الخلايا المكونة للأنسجة المرستيمية بتقدم نموها لتكون أنسجة مستديمة، وعليه يمكن أيضاً تقسيم الأنسجة النباتية إلى أنسجة مرستيمية وأنسجة مستديمة.

أولاً- الأنسجة المرستيمية:

يمكن تقسيم الأنسجة المرستيمية بطريقتين كما يلي:

أ- بناءً على تطور النسيج:

حيث تقسم الأنسجة المرستيمية بدورها إلى:

- أنسجة مرستيمية أولية (Primary meristem): وهي تلك الأنسجة التي تتكون منها القمم النامية للسيقان والجذور وكذا الأنسجة المجاورة.
- أنسجة مرستيمية ثانوية (Secondary meristem): وهي الأنسجة المستديمة التي تتكون من الأنسجة المرستيمية الأولية والتي يمكن أن تصبح في المراحل المتقدمة من نمو النبات أنسجة مرستيمية.

ب- بناءً على موقع النسيج:

حيث تقسم الأنسجة المرستيمية في هذه الحالة إلى:

- نسيج مرستيمي قمي: كالأنسجة المكونة للقمم النامية للسوق والجذور.
- نسيج مرستيمي جانبي: كالكامبيوم الوعائي (المنتج للأنسجة التوصيلية)، والكامبيوم الفليني (المنتج للأنسجة الواقية).
- نسيج مرستيمي بيني (Intercalary meristem): وتوجد في مواضع بين الأنسجة المستديمة مثل تلك الموجودة في قواعد السلاميات للنباتات النجيلية أو نباتات ذات الفلقة الواحدة عموماً.

ثانياً- الأنسجة المستديمة في النبات:

يمكن تمييز الأنسجة المستديمة داخل الأعضاء النباتية إلى ثلاثة أنواع، كما يلي:

أ- النسيج الضام Epidermal tissue:

- ما الأنسجة الضامة أو الواقية؟ وما دورها؟

تحتاج الأنسجة الداخلية للنباتات الراقية عادة إلى الوقاية من المؤثرات الخارجية المختلفة كعوامل التبخر مثل ارتفاع درجة الحرارة وشدة الرياح اللتين تسببان فقدان كميات كبيرة من ماء النبات، كما تحتاج للحماية من الأضرار الميكانيكية التي قد تؤدي إلى فقدان كميات كبيرة من المواد الغذائية.

وتمثل الأنسجة الضامة الطبقة الخارجية من الخلايا التي تغطي جسم النبات، وتقوم بهذه الوظيفة أنسجة لها تراكيب مميزة تسمى بالأنسجة الضامة وهي أنسجة البشرة الأساسية (Epidermis) وأنسجة البشرة المحيطة أو البريدرم (Periderm). والبشرة هي الطبقة الخارجية التي تقوم بحماية الأنسجة الداخلية في مرحلة النمو الابتدائي للنبات، ونسيج البريدرم هو الذي يحل محل البشرة خاصة في أجزاء النبات التي حدث بها نمو ثانوي.

ب- النسيج الوعائي (الناقل) Vascular tissue:

يقوم النبات بامتصاص الماء والعناصر الغذائية من التربة بواسطة الجذور، ثم تنتقل هذه المواد من الجذور إلى بقية أجزاء النبات عبر السيقان، وفي الاتجاه الآخر يحتاج النبات إلى نقل المواد المتكونة في أوراقه وتوزيعها إلى جميع أجزاء النبات، وعلى ذلك نتساءل كيف تتم عمليات النقل داخل النبات؟ وما من وسيلة نقلها؟

ينقل الماء والمواد الغذائية وما يحتاجه النبات وكذا المواد المصنعة من أوراقه بواسطة الأنسجة الوعائية (Vascular tissue) والتي تسمى بالأنسجة الناقلة، وتتكون من نوعين من الأنسجة هما:

- نسيج الخشب Xylem:

وهو نسيج مركب يحتوي على أنواع كثرة من نوع من الخلايا المختلفة (الأوعية، القصيبات، بارنشيما الخشب، ألياف الخشب) وظيفتها الأساسية هي توصيل ونقل الماء والعناصر الغذائية من الجذر إلى باقي أجزاء النبات.

- نسيج اللحاء Phloem:

وهو عبارة عن نسيج مركب يحتوي على أكثر من نوع من الخلايا المختلفة (أنابيب غربالية، خلايا مرافقة، بارنشيما اللحاء) وظيفتها الأساسية نقل الغذاء المصنع في الأوراق إلى باقي أجزاء النبات.

- الأنسجة الأساسية Fundamental tissue:

تشمل الأنسجة التي تكون الأنسجة الابتدائية للنبات، ولكنها في نفس الوقت تحتوي على خلايا ذات درجات مختلفة من التخصص، وتتكون من أنسجة البارنشيما (Parenchyma) بأنواعها المختلفة، الكولنشيما (Collenchyma) ذات الجدر الابتدائية السميكة التي تساعد على تدعيم النبات، والأسكلرنشيما (Sclerenchyma) وهو نسيج تدعيمي حيث الجدر السميكة الصلبة والملجننة غالباً.

3-2 الأنسجة المستديمة:

تنشأ الأنسجة المستديمة عن انقسام خلايا الأنسجة الميرستيمية، ومن أهم مميزات الأنسجة المستديمة أن خلاياها فقدت القدرة على الانقسام، إما فقداً تاماً أو مؤقتاً، لذلك فإن خلايا الأنسجة المستديمة تقوم بجميع الوظائف الحيوية عدا الانقسام، فهي تقوم بالتمثيل الضوئي والتنفس ونقل العصارة وتخزين المواد الغذائية والحماية... إلخ، لذا فإن تركيب وشكل ونظام توزيع الخلايا في الأنسجة المستديمة يختلف باختلاف الوظائف التي تقوم بها هذه الأنسجة، ويمكن تقسيم الأنسجة المستديمة إلى ثلاثة أنواع بسيطة ومركبة وإفرازية كما يلي:

أولاً: الأنسجة المستديمة البسيطة:

ويتكون أساساً من نوع واحد من الخلايا، ومن الأنسجة البسيطة في النبات ما يلي:

أ- البشرة Epidermis:

- ما هي البشرة؟

هي عبارة عن نسيج مستديم ابتدائي يتركب عادةً من طبقة واحدة من الخلايا تغطي كل الأنسجة الابتدائية للنبات وتحميها من الجفاف والضرر الميكانيكي البسيط، فهي تغلف جميع أجزاء النبات من أوراق وسيقان وجذور ما عدا منطقة القلنسوة في الجذر.

- ما هي مواصفات خلايا البشرة؟

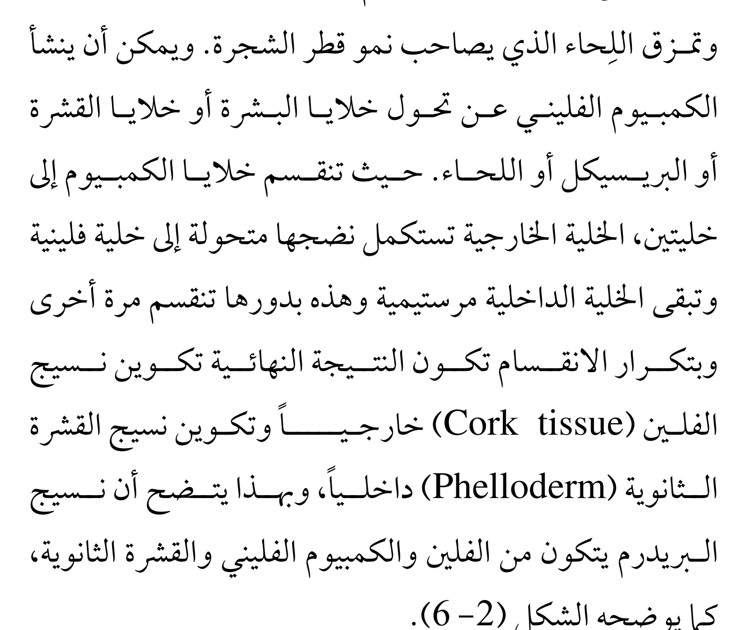
خلايا البشرة هي عبارة عن خلايا حية نادراً ما تحتوي على بلاستيدات خضراء، وهي ذات فجوات عصا رية كبيرة، وفي المنظر السطحي تكون خلايا البشرة مستطيلة في الاتجاه الطولي للساق أو الجذر أما في المقطع العرضي فتكون متماثلة الأقطار عادةً، وتظهر في معظم النباتات بشكل صف من الخلايا المستطيلة المتراصة بدون مسافات بينية، إلا في مواضع الثغور.

تغطي الأدمة (cuticle) الجدر الخارجية لخلايا البشرة في الأعضاء الهوائية بطبقة من مادة الكيوتين (cutin) الشمعية ما عدا مواضع الثغور، لذلك تعمل الأدمة على حماية النبات من أشعه الشمس وتقلل فقدان الماء. وبالرغم من أن البشرة تحيط بالنبات إحاطة تامة إلا أنها تسمح بتبادل الغازات المختلفة بين النبات والوسط الذي يحيط به عن طريق الثغور.

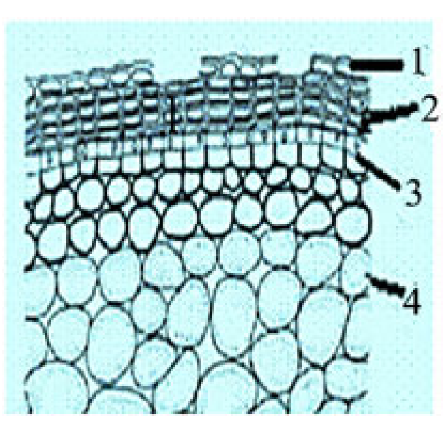
ب- البريـــدرم:

من أين ينشا البريدرم؟ وما هي وظيفته؟

ينشـأ البريدرم من الكامبيوم الفليني (Cork cambium)، وهو نسيج مرستيمي ثانوي يتكون من طبقـة واحـدة من الخلايا المتراصة ليقوم بوظيفة الوقاية والتغليف للجذور والسيقان عندما يتسع محيطها نتيجة للضغط



وتمـزق اللِحاء الذي يصاحب نمو قطر الشجرة. ويمكن أن ينشأ الكمبيـوم الفلينـي عـن تحـول خلايـا البـشرة أو خلايـا القشرة أو البريـسيكل أو اللحـاء. حـيث تنقـسم خلايـا الكمبـيوم إلى خليتين، الخلية الخارجية تستكمل نضجها متحولة إلى خلية فلينية وتبقى الخلية الداخلية مرستيمية وهذه بدورها تنقسم مرة أخرى وبتكـرار الانقـسام تكـون النتـيجة النهائـية تكـوين نـسيج الفلـين (Cork tissue) خارجيـــاً وتكـوين نسيج القشرة الـثانوية (Phelloderm) داخلـياً، وبهـذا يتـضح أن نـسيج الـبريدرم يتكون من الفلين والكمبيوم الفليني والقشرة الثانوية، كما يوضحه الشكل (2- 6).



1- بشرة   2- فلين
3- كمبيوم فليني   4- قشرة

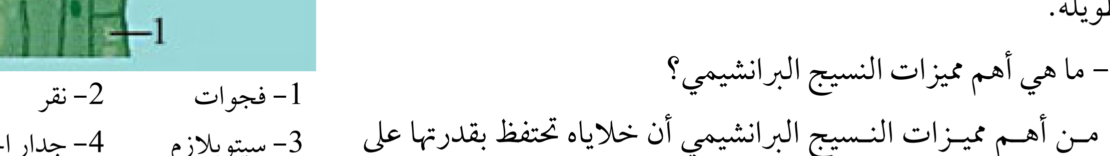
شكل (2-6)
نسيج البريدرم

ج- نسيج البارنشيما: Parenchyma Tissue

- ما النسيج البرانشيمي؟وما وظائفه؟

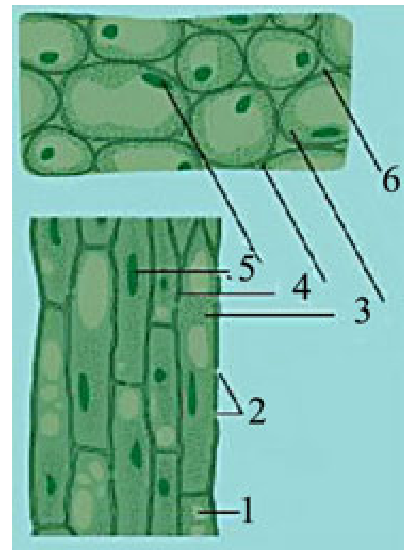
النسيج البارنشيمي من الأنسجة المستديمة الابتدائية البسيطة، يتكون مـن خلايـا برانشيمية حيه ذات جدر رقيقة من السليلوز ويترسب على جـدر بعـضها مادة اللجنين (يتلجنن)، كما في برانشيما الخشب. والخلايا البارنـشيمية ذات أشـكال مختلفة منها الكـروية والنجمـيه والمستطيلة والمـضلعة، وتتميـز البارنـشيما بوجــود مـسافات بينـية هوائـية - شـكل (2-7)- كـما أن بـروتو بـلازم هذه الخلايا يحتفظ بحيويته لفترة طويلة.

- ما هي أهم مميزات النسيج البرانشيمي؟



مـن أهـم مميـزات النـسيج البرانشيمي أن خلاياه تحتفظ بقدرتها على العـودة إلي الحـياة والانقـسام كـما في حالة التآم الجروح، ويقوم النسيج البرانشيمي بعدة وظائف منها:

- البـناء الـضوئي وتـتم هـذه العملية في النسيج الوسطي للورقة وفي النسيج الكلورنشيمي (Chlorenchyma tissue) في السيقان.



1- فجوات   2- نقر
3- سيتوبلازم   4- جدار الخلية
5- نواة   6- فراغ بيني

شكل (2-7)
النسيج البارنشيمي

- اختزان الغذاء مثل النشأ والبروتين والدهون والزيوت وكذلك الماء.

- التهوية والإفراز.

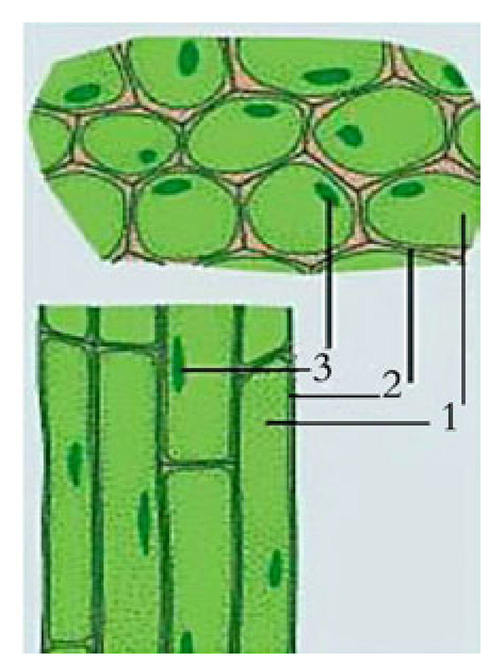
- أين توجد الأنسجة البرانشيمية؟

تتواجد الأنسجة البرانشيمية في جميع الأعضاء النباتية، كما هو الحال في القشرة والنخاع في الساق والقشرة في الجذر، والنسيج الوسطي في الأوراق، كما تدخل في بناء الأنسجة الوعائية (الخشب، واللحاء).

د- نسيج الكولنشيما Collenchyma Tissue:

ما هو النسيج الكولنشيمي؟

هو عبارة عن نسيج ابتدائي بسيط حي يتركب من خلايا كولنشيمية تميل إلى الاستطالة، ذات جدر ابتدائية مغلظة بشكل خاص غير ملجننة (شكل 2-8)، وهناك تشابه فسيولوجي (وظيفي) وثيق بين الخلايا الكولنشيمية والخلايا البارنشيمية لوجود البروتوبلاست الحي في كل منهما، كما تتشابه أيضاً في بعض أشكال الخلايا، بالإضافة إلى قدرة كل منهما على استرداد النشاط المرستيمي والقدرة على الانقسام.



1- سيتوبلازم 2- جدار خلوي
3- نواة

شكل (2-8)
النسيج الكولنشيمي

- ما هي مميزات الخلايا الكولنشيمية؟

تمتاز الخلايا الكولنشيميه بالمميزات التالية:

- خلايا بالغة ذات جدر مرنة.
- جدرها مغلظة بمادتي السيليلوز والبكتين.
- يوجد بها فجوات عصارية كبيرة.
- لا يوجد بينها فراغات عادةً.

أين يوجد النسيج الكولنشيمي؟

يوجد هذا النسيج في قشرة الساق وفي أعناق الأوراق ولا يوجد في الجذور الأرضية عادة.

ويعمل النسيج الكولنشيمي على تدعيم وتقوية النبات.

هـ- نسيج الاسكلرنشيما Sclerenchyma Tissue:

تناولنا فيما سبق نسيج البشرة والبريدرم والنسيج البرانشيمي والنسيج الكولنشيمي وكلها أنسجة مستديمة تتميز بأنها أنسجة حية وبسيطة على عكس النسيج الاسكلرنشيمي فالنسيج الأسكلرنشيمي عبارة عن نسيج مستديم يتكون من خلايا ميتة لا تحتوي على بروتوبلازم عند النضج، ذات جدر ثانوية سميكة وصلبة عادةً ملجننة وبها نقر بسيطة.

تنشأ الخلايا الأسكلرنشيمية مباشرة من خلايا مرستيمية، وقد تنشأ من تغلظ خلايا برنشيمية تغلضاً ثانوياً ثم تموت. يعمل هذا النسيج بالتكامل مع نسيج آخر (هو .....) على تدعيم وتقوية النبات لمقاومة الضغوط الميكانيكية كالتي تسببها الرياح مثلاً.

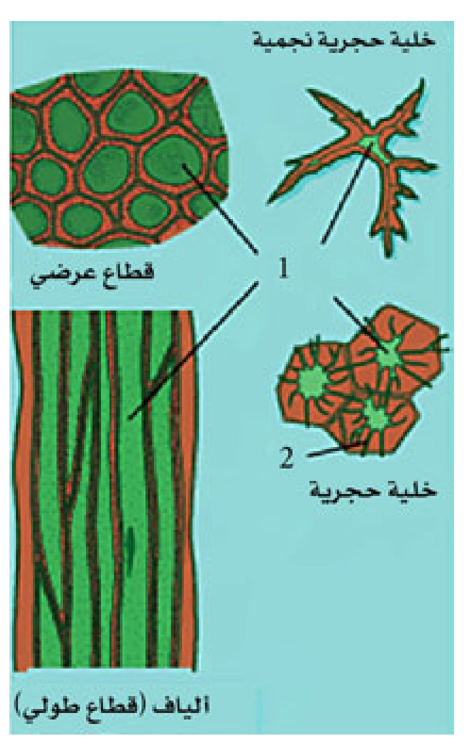
مما يتكون النسيج الاسكلرنشيمي؟ يتكون من خلايا اسكلرنشيمية تختلف اختلافاً كبيراً في الشكل والتركيب والوظيفة والنشأة والتطور وتصنف إلى مجموعتين كما يلي:

- الألياف Fibers:

هي خلايا طويلة (قد يصل طولها إلى 25 سم) ورفيعة غير متفرعة أطرافها مستدقة غالباً، كما يوضح شكل (2-9)، والخلايا ذات جدر غليظة ملجننة عادةً، وقد يكون التغليظ سليلوزي كما في ألياف الكتان (المومة). وظيفة الألياف تدعيم النبات ولها أهمية اقتصادية في صناعة المنسوجات والحبال.

- الاسكلريدات Sclereids:

الاسكلريدات ذات أشكال مختلفة كروية أو مضلعة أو متساوية الأضلاع أو متطاولة أو متفرعة، وقد توجد متجمعة في السيقان والأوراق والثمار أو مبعثرة بين خلايا النسيج الواحد، فمنها الخلايا الحجرية والعضوية والعظمية والنجمية، كما يوضحه شكل (2-9).



1- تجويف 2- قناة النقر

شكل (2-9)

نسيج اسكلرنشيمية

ثانياً- الأنسجة المستديمة المركبة:

وهي أنسجة مكونة من نوعين أو اكثر من الخلايا تشترك في وظيفة واحدة، ويعتبر كل من الخشب واللحاء المكونان معاً للحزمة الوعائية من الأنسجة المركبة في النبات.

الأنسجة الوعائية Vascular Tissue:

تسمى الأنسجة الوعائية أو التوصيلية أو الناقلة، وهي جهاز النقل داخل النبات، وقد تعرفنا فيما سبق أن النسيج الوعائي يتركب من الخشب واللحاء.

أ- الخشب Xylem:

هو نسيج معقد التركيب، إذ يتكون من عدة أنسجة هي الأوعية الخشبية والقصيبات وألياف الخشب وبارنشيما الخشب. وظيفة نسيج الخشب الأساسية هي توصيل الماء والأملاح الذائبة من الجذور إلى باقي أجزاء النبات بواسطة الأوعية والقصيبات، بينما تقوم الألياف بمهمة التدعيم، وتقوم البارنشيما بوظيفة الخزن، وفيما يلي نبذة عن أنسجة الخشب:

- الأوعية الخشبية Vessels:

تمثل الأوعية الخشبية قنوات التوصيل الأساسية في النباتات كاسيات البذور، وهي أوعية ميتة جدرها سميكة ملجننة مستديرة أو مضلعة في القطاع المستعرض وممتدة في اتجاه المحور الطولي للنبات.

مم تتكون الأوعية الخشبية؟

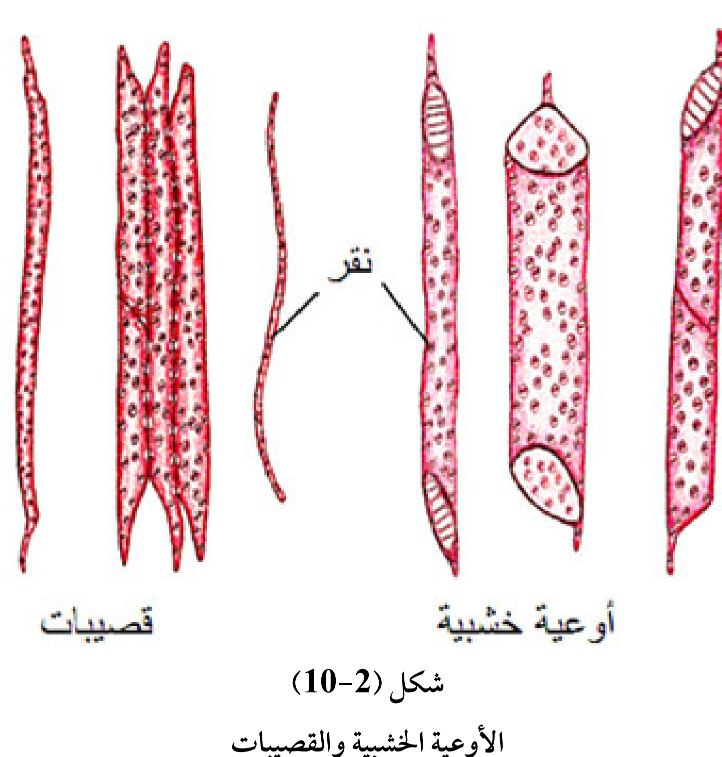
تتكون من صف رأسي من الخلايا الإنشائية المرستيمية، وعندما تكبر هذه الخلايا تتغلظ جدرها تغليظاً ثانوياً بطبقة جديدة من مادة اللجنين، ثم تذوب الجدر المستعرضة الفاصلة بين الخلايا فيؤدي ذلك إلى تكوين قناة متصلة. وتختلف طريقة تغلظ الأوعية الخشبية حسب عمر النبات ووقت تكوين الوعاء الخشبي، فقد يكون التغلظ حلقياً أو سلمياً أو شبكياً أو منقراً. لاحظ الشكل (2-10).

- القصيبات Tracheids:

ما هي القصيبات؟ وما وظيفتها؟

تمثل القصيبات نوعاً آخر من عناصر التوصيل الخشبي، فالقصيبات هي عناصر توصيل كالأوعية الخشبية مستطيلة الشكل تتلجنن جدرها عند اكتمال نموها.

تختلف القصيبات عن الأوعية في خلو جدرها الطرفية من الثقوب الموصلة بين الخلايا. ويوجد بدلاً من الثقوب نقر موزعة على الجدر المشتركة بين القصيبات المتجاورة تمر خلالها السوائل الصاعدة في الجهاز التوصيلي، لاحظ الشكل (2-10). وتوجد القصيبات غالباً في النسيج الوعائي للنباتات عاريات البذور.



شكل (2-10)

الأوعية الخشبية والقصيبات

- ألياف الخشب Xylem Fibers:

ألياف الخشب عبارة عن عناصر ميتة ملجننة وحيدة الخلية مدببة الأطراف تقوم بتدعيم وتقوية النبات.

- بارنشيما الخشب Xylem Parenchyma:

خلايا بارنشيما الخشب هي خلايا حية في الغالب قد تموت في الأجزاء المسنة، و تقوم بوظيفة تخزين المواد الغذائية، فهي تشبه الخلايا البرانشيمية العادية إلا أنها أكثر استطالة، وقد تتغلظ جدرها ويوجد عليها نقر، وقد تكون مقسمة بجدر عرضية إلى غرف تحتوي كل غرفة منها على بلورة واحدة.

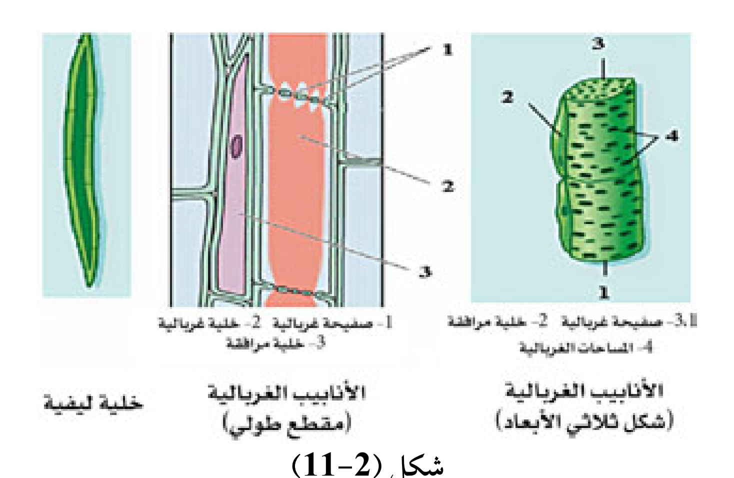
ب- اللحاء Phloem:

ما هو اللحاء؟ ومما يتكون؟

اللحاء هو النسيج الرئيسي الناقل للمواد الغذائية المجهزة في الأوراق إلى جميع أجزاء النبات، ويمتد اللحاء بجانب الخشب دائماً مكوناً معه الجهاز الوعائي، ويتكون اللحاء من نسيج مركب من الأنابيب الغربالية والخلايا المرافقة وبارنشيما اللحاء وألياف اللحاء.

- الأنابيب الغربالية Sieve Tubes :

هي عبارة عن أنابيب تتركب كل أنبوبة من صف رأسي (عمودي) من الخلايا المستطيلة رقيقة الجدر، وتخترق الجدر المستعرضة التي تفصل هذه الخلايا ثقوب، فتظهر هذه الجدر المثقبة على هيئة غربال يسمى الصفيحة الغربالية والتي تسمح بمرور المواد البروتينية والكربوهيدراتية عبر الأنبوبة الغربالية (الشكل 2-11).



شكل (2-11)
أنسجة اللحاء

- الخلايا المرافقة Companion Cells:

- لماذا تسمى الخلايا المرافقة بهذا الاسم؟

توجد هذه الخلايا دائماً ملاصقة للأنابيب الغربالية، والخلايا المرافقة عبارة عن خلايا برانشيمية متخصصة تحتوي كل خلية منها على سيتوبلازم كثيف ونواة (شكل 2-11)، وتعمل هذه الخلايا على مساعدة الأنابيب الغربالية في أداء وظيفتها، إذ تتوقف الأنابيب الغربالية عن العمل في حال موت الخلايا المرافقة المتصلة بها.

- برانشيما اللحاء Phloem Parenchyma:

هي خلايا برانشيمية تميل للاستطالة ذات جدر سليلوزية رقيقة في اللحاء النشط، وعندما يفقد اللحاء نشاطه بتقدم العمر تتلجنن هذه الخلايا.

- ألياف اللحاء Phloem Fibers:

توجد الألياف في اللحاء الابتدائي والثانوي، وقد تكون حية أو ميتة، منقسمة أو غير منقسمة (شكل 2-11)، وتوجد هذه الألياف إما في مجاميع أو في صفوف متبادلة مع صفوف الأنابيب الغربالية والخلايا المرافقة.

ثالثاً- الأنسجة الإفرازية Secretory Tissues:

- ما المقصود بالأنسجة الإفرازية؟

هـي الأنـسجة التـي لهـا علاقة بالإفراز وإنتاج المركبات أثناء عمليات التحول الغذائي، والإفراز هو إنتاج مادة مفـيدة داخـل الخلـية، أمـا الإخـراج فهو المادة التي تنتج وتطرد إلى المسافات البينية وهي مواد غير مفيدة للنبات، ويمكن تقسيم الأنسجة الإفرازية إلى تراكيب إفرازية خارجية وتراكيب إفرازية داخلية.

أ- التراكيب الإفرازية الخارجية:

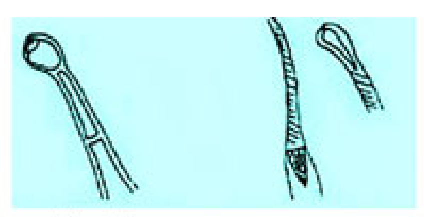
تتميـز هذه التراكيب بأن لخلاياها القدرة عـلى إفـراز المـواد إلى خـارج النبات، ومن هـــذه التراكـــيب كـــما يوضـــح شكل (2-12) ما يلي:

- الشعيرات الغدية:

وهـي عـبارة عـن شعيرات وحيدة الخلية كـما في نبات الحريق أو عديدة الخلايا كما في نبات اللافندر.

- الغدد الهضمية:

تـوجد الغـدد الهـضمية في النـباتات آكلة الحـشرات، وهي غدد خاصة تفرز أنزيمات هاضمة للبروتين كما في نبات خناق الذباب ونبات ورد الشمس والديونيا.


شعيرات غدية في نبات الحريق (Urtica)



غدد رحيقية في الزهرة


غدد هضمية في نبات الديونيا

شكل (2-12)

تراكيب إفرازية خارجية

- الغدد الرحيقية:

هـي تـراكيب رحيقـية تـوجد عـلى أجزاء مختلفة من الزهرة مثل أوراق الكأس والتويج، تفرز السائل السكري الـذي تـنجذب إلـيه الحـشرات فـتلعب دوراً في عملـية تلقيح الأزهار، وهناك غدد رحيقية غير زهرية توجد في الساق والأوراق والأذينات.

- الثغور المائية:

تـوجد الـثغور المائـية في النـباتات للقـيام بعملـية إخـراج المـاء مـن النـبات مـن خـلال عملـية تـسمى الإدماع (Guttaion)، وذلك في ظروف خاصة كالبيئة التي تقل فيها عملية النتح مع توفر الماء في التربة.

ب- التراكيب لإفرازية الداخلية:

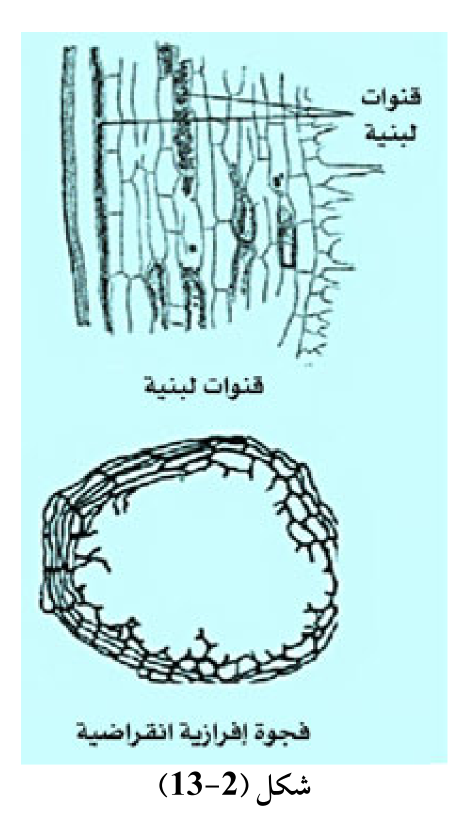
تتكون التراكيب الإفرازية الداخلية من خلايا متخصصة تفرز مواد معينة وتحتفظ بها داخل هذه التراكيب، ومن هذه التراكيب:

- القنوات اللبنية:

عبارة عن خلايا حية اسطوانية متخصصة في إفراز اللبن النباتي (Latex) الذي يتجمع بداخل الفجوة العصارية. وتوجد القنوات اللبنية في النباتات التابعة لبعض الأجناس مثل جنس التين (Ficus)، وجنس الإيوفوربيا (Euphorbia).

- الفجوات الإفرازية:

هي إحدى التراكيب الإفرازية الداخلية والتي توجد على هيئة فجوات بين الخلايا، وتنشأ إما بانقراض بعض الخلايا تاركة فراغاً تتجمع فيه المواد المفرزة، كما في حالة الفجوات الانقراضية والتي تكون كروية الشكل عادةً (شكل 2-13). ومن أمثلتها معظم الغدد التي تفرز المواد العطرية في الأزهار والأوراق وفي أغلفة بعض الثمار كثمار الموالح. وهناك نوع آخر من الفجوات أو الغدد الإفرازية التي تتخذ شكل قناة تتفرع داخل النبات فتتجمع فيها إفرازات خلايا غدية محيطة بها كما في الغدد الانفصالية، والتي تحتوي عادةً على زيوت طيارة أو تربينات، وأحياناً تفرز مواد مخاطية كما هو الحال في كثير من النباتات.



شكل (2-13)
تراكيب إفرازية داخلية

تقـــويم الوحـــــدة الثانيـــة

أجب عن الأسئلة التالية:

1- قسم الخلايا حسب وجود الغشاء النووي.

2- عرف الخلية النباتية، ثم اذكر مكوناتها.

3- عرف النسيج النباتي، ثم اذكر الأنواع الرئيسية للأنسجة النباتية.

4- قسم الأنسجة المستديمة.

5- إلى أي قسم ينتمي كل من الأنسجة التالية:

أ- البشرة. ب- الكولنشيما.

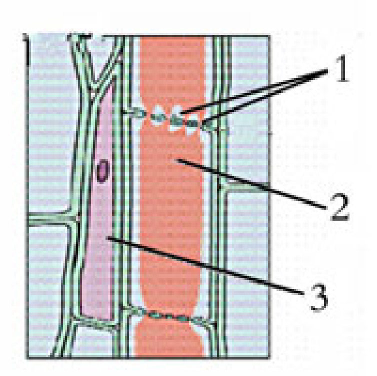
ج- الخشب. د- الغدد اللبنية.

6- فرق بين كل من الآتي:

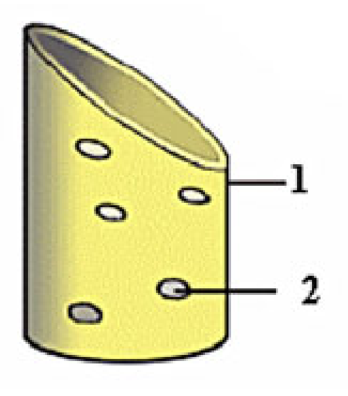
أ- الخشب واللحاء. ب- البشرة والبريدرم.

ج- النسيج الضام والنسيج الوعائي. د- الأليف والسكلريدات.

7- اكتب أسماء الأشكال التالية، ثم اكتب البيانات على الرسم.

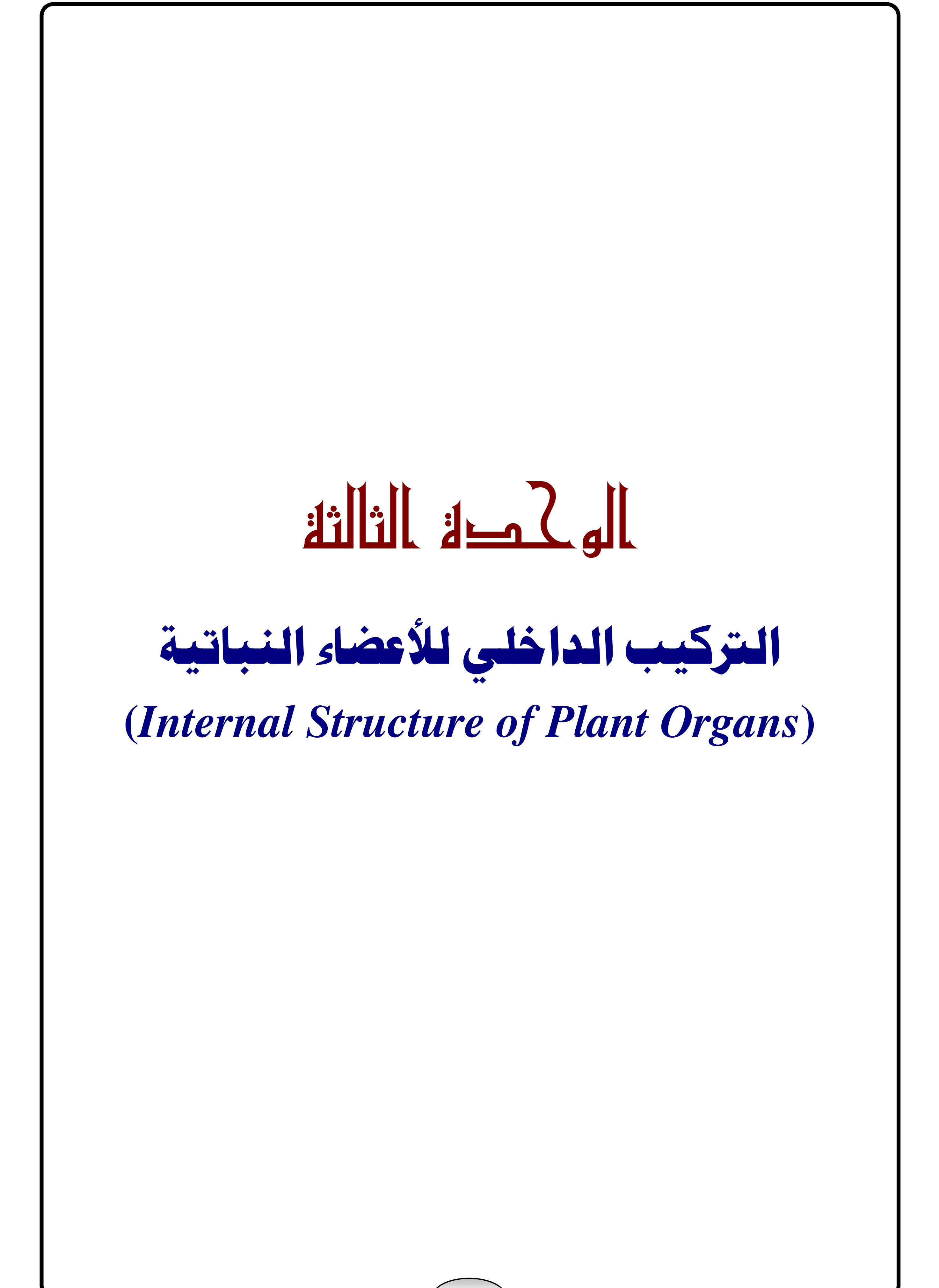


....



....

***



الوحدة الثالثة

التركيب الداخلي للأعضاء النباتية

(Internal Structure of Plant Organs)

أهـــداف الوحـــدة

يتوقع منك بعد الانتهاء من دراستك لهذه الوحدة أن تكون قادراً على أن:

1- توضح تركيب أنسجة الجذر في نباتات ذوات الفلقتين.

2- تبين تركيب أنسجة الجذر في النبات ذي الفلقة الواحدة.

3- تتعرف الجذور الجانبية والجذور العرضية.

4- تتعرف التركيب التشريحي لساق في النبات ذي الفلقتين.

5- تتعرف التركيب التشريحي لساق في النبات ذي الفلقة الواحدة.

6- تفسر كيفية التآم الجروح بعد إجراء عملية التطعيم.

7- تقارن بين التركيب التشريحي لورقة نبات من ذي الفلقتين وآخر ذو الفلقة الواحدة.

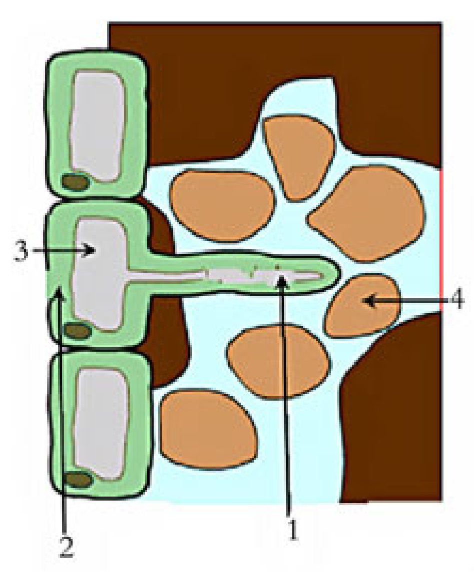
3-1 التركيب الداخلي للجذور في النبات ذي الفلقتين:

الجذر هو الجزء الأرضي للنبات والذي ينمو عادةً تحت سطح التربة، ويقوم بوظيفة الامتصاص والتثبيت والتوصيل، ويكون الجذر عادةً خالياً من المادة الخضراء والبراعم والثغور.

3-1-1 تركيب البشرة في الجذر الابتدائي:

- مما تتركب البشرة في الجذر الابتدائي؟

تتركب البشرة في الجذر الابتدائي من صف واحد من الخلايا الرقيقة الجدر والخالية من الكيوتين غالباً، وتخرج من بعض خلايا البشرة امتدادات أنبوبية مكونة ما يسمى بالشعيرات الجذرية، ولهذا تعرف البشرة في هذه المنطقة بالطبقة الوبرية شكل (3-1) حيث تلاحظ أن الشعيرة الجذرية تبدو وكأنها أنبوبة غير متفرعة تنتهي بقمة مستديرة، وللشعيرة الجذرية فجوة واسعة مملوءة بالعصير الخلوي تشغل معظم الخلية وتتصل بفجوة خلية البشرة التي خرجت منها.



1- شعيرة جذرية   2- خلية الشعيرة الجذرية
3- فجوة خلية البشرة   4- حبيبة تربة

شكل (3-1)
تركيب بشرة جذر ابتدائي

3-1-2 وظيفة الشعيرات الجذرية:

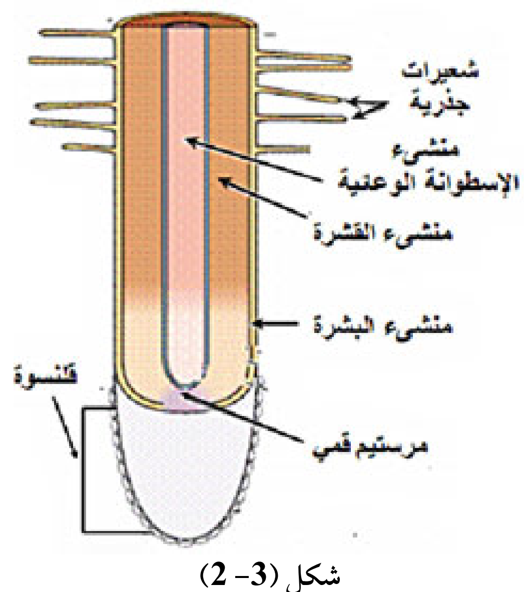
- ما هي وظيفة الشعيرات الجذرية؟

نعرف جميعاً أن النبات يحتاج إلى الماء والعناصر الغذائية، وهذه الاحتياجات متوفرة في التربة وتوصيلها للنبات هو مهمة الشعيرات الجذرية والتي نوجزها فيما يأتي:

- امتصاص الماء من التربة وتوصيله إلى القشرة.
- امتصاص العناصر الغذائية الذائبة في الماء وتوصيلها إلى القشرة.
- زيادة مساحة السطح الماص للجذر.

3-1-3 مقطع طولي في جذر حديث ذي فلقتين:

بفحص قطاع طولي في جذر حديث ذي فلقتين في طور البادرة نجد أنه يتكون من عدة مناطق تختلف في تركيبها الوظيفي والتشريحي شكل (3-2)، وتمتاز الجذور في النباتات ذوات الفلقتين بأن الحزم الوعائية قطرية متصلة، والخشب الأول للخارج (جهة البشرة) والخشب التالي للداخل (جهة مركز الجذر)، وتتميز في الجذر عدة أنسجة إنشائية تُنشئ الأنسجة الابتدائية المختلفة.



شكل (3-2)
قطاع طولي لجذر حديث ذي فلقتين

3-1-4 أنسجة الجذر المختلفة:

في منطقة الاستطالة من الجذر يزداد تميز كل من منشئ البشرة ومنشئ القشرة ومنشئ الاسطوانة الوعائية، وفي منطقة الشعيرات الجذرية شكل (3-2) يتم نضج الخلايا وتميزها، وتتحدد الأنسجة الابتدائية، فتتشكل خلايا البشرة وتنمو منها الشعيرات الجذرية التي تكبر ثم تختفي في المنطقة الدائمة، كما تتحول خلايا منشئ القشرة إلى خلايا برنشيمية عادة تكون نسيج القشرة، أما منشئ الاسطوانة الوعائية فأول ما يتشكل وينضج منه هو نسيج البريسيكل ثم نسيج اللحاء وتتشكل بعد ذلك أوعية الخشب.

3-1-5 قلنسوة الجذر Root cap:

تعرف قلنسوة الجذر شكل (3-2) بأنها تركيب يحمي المرستيم القمي للجذر، وتتركب القلنسوة من خلايا برنشيمية حية تنشأ من مرستيم محدد يُسمى منشئ القلنسوة، وتوجد القلنسوة في جذور النباتات الوعائية، كما أنها تتأثر بالظروف المحيطة بالنباتات فنجد أنها تقل أو تنعدم في جذور النباتات المائية. وتفرز القلنسوة مواد مخاطية تعمل على تقليل احتكاك القمة النامية بالتربة وتسهيل اختراقها لها، وكذلك تعمل على منع جفاف قمة الجذر، وتغلف القلنسوة القمة النامية في الجذر لحمايتها من الاحتكاك بحبيبات التربة أثناء النمو وتعمق الجذور.

3-1-6 مقطع عرضي في جذر حديث لنبات ذي فلقتين:

بفحص قطاع عرضي يمر بمنطقة الشعيرات الجذرية في جذر حديث لنبات ذي فلقتين نجد أن الجذر يتكون من الأنسجة الموضحة في شكل (3-3).

1- حزمة وعائية
2- القشرة
3- لحاء
4- بريسيكل
5- أذرع خشب
6- بشرة داخلية
7- بشرة
8- شعيرات جذرية

شكل (3-3)

مقطع عرضي لجذر نبات ذي فلقتين

3-1-7 الأنسجة المختلفة لجذر حديث ذي فلقتين:

تبين منطقة النضوج لجذر حديث في القطاع العرضي، المناطق و الأنسجة الآتية:

أ- البشرة Epidermis:

تتكون البشرة من صف واحد من خلايا برانشيمية مستطيلة الشكل ذات جدر رقيقة ولا تغطى في الغالب بأدمة، وتتميز البشرة بتكوين الشعيرات الجذرية التي تقوم بامتصاص الماء و الأملاح.

ب- القشرة **Cortex**:

تتكون القشرة من خلايا برانشيمية فقط ولكنها إذا كانت مستديمة فإنها تكون إسكلرنشيما، وقليلاً ما توجد في القشرة خلايا كولنشيمية. ومن صفات القشرة في الجذور وجود مسافات بينية ذات فراغات كبيرة تعمل كمسالك لانتشار الماء والغازات بين خلايا القشرة، وتقوم القشرة باختزان الكثير من الغذاء المتراكم في الجذور مثل النشأ.

لاحظ أن أول طبقة من القشرة والتي تلي مباشرةً طبقة البشرة تسمى بطبقة القشرة الخارجية (أكسوديرمس-Exodermis) وآخر طبقات القشرة للداخل تعرف بطبقة القشرة الداخلة (الأندوديرمس -Endodermis)، ويميز هذه الطبقة وجود ترسيب من مادة السيوبرين على جدر الخلايا يوزع بشكل شريط يسمى شريط كاسبار يعمل كمادة لاصقة لخلايا الاندوسرم، فيعمل على توجيه مرور محاليل التربة بين القشرة والاسطوانة الوعائية فقط من خلال بروتوبلاست خلايا الأندوديرمس وليس بينها أو عبر جدرها.

ج- الاسطوانة الوعائية **Vascular Cylinder**:

وهي عبارة عن القسم التوصيلي والدعامي الرئيسي للجذر، وتتكون من الآتي:

- **البريسيكل (الدائرة المحيطة) Pericycle**:

يتكون البريسيكل من صف واحد من الخلايا البرانشيمية رقيقة الجدر قد تستعيد قدرتها على الانقسام، فمن هذا النسيج (البريسيكل) تنشأ الجذور الجانبية والكامبيوم الفليني وجزء من الكامبيوم الوعائي في الجذور.

- **الحزم الوعائية: Vascular Bundles**

يقصد بالحزم الوعائية مجاميع كل من الخشب التي تؤدي وظيفة نقل الماء والأملاح في الاتجاه العلوي إلى الساق، واللحاء الذي يقوم بنقل الغذاء المنتج في الأوراق من الساق إلى الجذر، وتتكون كل حزمة وعائية من أذرع من الخشب الابتدائي تتبادل قطرياً مع كتل من نسيج اللحاء الابتدائي.

- **النخاع Pith**:

النخاع عبارة عن خلايا برانشيمية وأحياناً اسكلرنشيمية (خلايا ميتة)، ويكون النخاع صغيراً أو لا يوجد في جذور بعض النباتات، حيث تلتحم أوعية الخشب مع بعضها في المركز، ويسمى الجذر في هذه الحالة بالجذر الأصم.

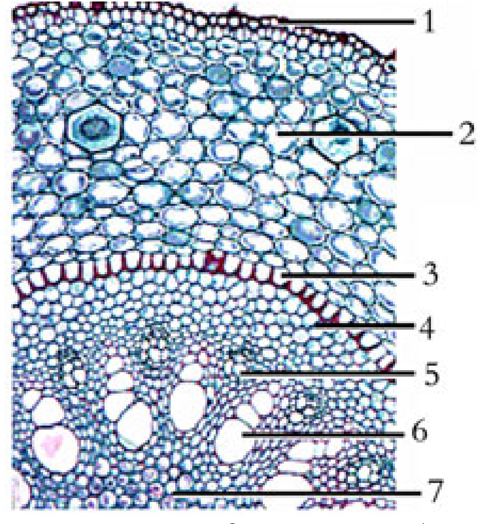
3-2 التركيب الداخلي للجذور في نباتات ذوات الفلقة الواحدة:

3-2-1 مقطع عرضي لجذر نبات من ذوات الفلقة الواحدة:

تتشابه جذور النباتات ذوات الفلقة الواحدة وجذور النباتات ذوات الفلقتين في التركيب وترتيب الأنسجة وأنواع الخلايا الموجودة، ولكن توجد بعض الاختلافات في جذور النباتات ذات الفلقة الواحدة، ويمكن معرفة هذه الاختلافات من خلال دراسة الأنسجة المختلفة لجذر نبات من ذوات الفلقة الواحدة.

3-2-2 الأنسجة المختلفة للجذر:

يبين شكل (3-4) قطاع عرضي لجذر نبات من ذوات الفلقة والذي يبين المناطق والأنسجة المختلفة لجذر حديث لنبات من ذوات الفلقة الواحدة كما يلي:



1- طبقة وبرية 2- قشرة
3- بشرة داخلية 4- الدائرة المحيطة
5- لحاء 6- خشب تالي
7- نخاع

شكل (3-4)
قطاع عرضي لجذر نبات من ذوات الفلقة

أ- الطبقة الوبرية:

تقابل الطبقة الوبرية في الجذور طبقة البشرة في السيقان. وتمتد بعض خلايا الطبقة الوبرية إلى الخارج مكونة شعيرات جذرية.

ب- القشرة:

تتكون القشرة غالباً من خلايا برنشيمية، وتكون القشرة في جذور ذوات الفلقة الواحدة أقل اتساعاً منها في قشرة جذر ذوات الفلقتين، وتستمر فترة طويلة لعدم حدوث النمو الثانوي، وبسبب جفاف وسقوط طبقة الشعيرات الجذرية تعرض أولى طبقات القشرة للخارج- والتي تسمى بالاكسوديرمس- إلى تغلظ طفيف يعرف بالتسوبر (التسوبر عبارة عن التغير الكيميائي، الذي من شأنه أن يجعل جدر الخلايا مانعة لنفاذ الماء).

- البشرة الخارجية **Exodermis**:

تظهر طبقة البشرة الخارجية (الاكسوديرمس) عادةً قبل تمزق البشرة، وعدد صفوف خلاياها في جذور ذوات الفلقة الواحدة تكون أكثر منها في جذور نباتات ذوات الفلقتين.

- البشرة الداخلية **Endodermis**:

تفصل طبقة القشرة (البشرة) الداخلية طبقة القشرة عن الحزمة الوعائية بتكوين حزام فاصل حولها يُعرف بشريط كاسبار (Casparian strip) كما في جذور ذوات الفلقتين، مع فارق عدم حدوث التغلظ لجميع خلايا الأندوسبرم، بل تترك خلايا تقع أمام خلايا الخشب الأول تعرف باسم خلايا المرور (Passage cells) تسمح بمرور الماء من القشرة إلى نسيج الخشب.

ج- الحزم الوعائية:

الحزم الوعائية عددها كبير(8-15 فأكثر)، أي أن الجذور تكون متعددة الأذرع إلا في حالات قليلة مثل جذور البصل فهي ثلاثية الأذرع، وقد يصل عدد الحزم الوعائية في بعضها إلى عشرون حزمة أو أكثر.

- الخشب:

في ذوات الفلقة الواحدة يكون عدد أوعية الخشب في الحزمة الواحدة قليلاً ومقطعها مستدير، كما يكون اللحاء أكثر تميزاً عن باقي الأنسجة المحيطة به.

- اللحاء:

لا توجد برانشيما لحاء في ذوات الفلقة الواحدة.

- النخاع:

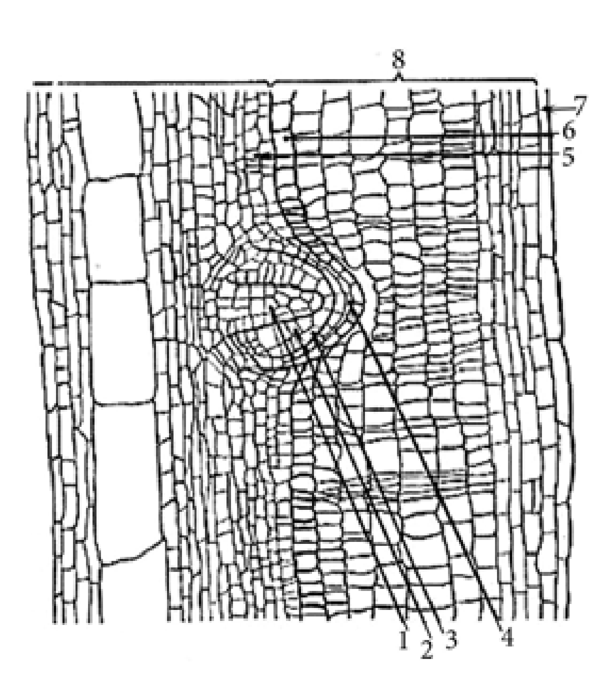
غالباً يكون النخاع كبيراً ومتسعاً في ذوات الفلقة الواحدة، إذ يتكون من خلايا برنشيمية كبيرة الحجم تفصل بينها مسافات بينية كبيرة.

3-3 الجذور الجانبية والعرضية:

1-3-3 الجذور الجانبية Lateral Roots:

تعرف هذه الجذور بالجذور الثانوية، إذا تفرعت من الجذر الابتدائي، وتنشأ الجذور الجانبية من أنسجة بالغة غالباً ما تكون البريسيكل (الدائرة المحيطة). وقد تشارك في ذلك طبقة الأندوديرمس، لذلك تعتبر الجذور الجانبية داخلية المنشأ. كيف يتكون الجذر الجانبي؟

تبدأ خلايا البريسيكل بالانقسام في المنطقة الدائمة من الجذر الابتدائي مكونةً بذلك مرستيم قمي (خلايا نشطة ذات قدرة على الانقسام)، ثم تنقسم خلايا الأندودرمس الملاصقة مكونه قلنسوة تحيط بالميرستيم القمي، ثم ينمو المرستيم القمي وعليه القلنسوة مخترقاً باقي أنسجة القشرة وأثناء ذلك تتكون من المرستيم القمي أنسجة الجذر الجانبي المختلفة التي تنمو مخترقةً بشرة الجذر الرئيسي إلى الخارج (التربة) شكل (3-5).



1- القمة النامية للجذر　2- قشرة
3- بشرة داخلية　4- القلنسوة
5- بريسيكل　6- بشرة داخلية
7- بشرة خارجية　8- قشرة

شكل (3-5)
تكوين الجذور الجانبية

3-3-2 الجذور العرضية Adventitious Roots:

- من أين تنشأ الجذور العرضية؟

تنشأ الجذور العرضية من مناطق مختلفة خلافاً للجذور الابتدائية التي تنشأ من الجذير كما عرفت سابقا، فهي تنشأ من السيقان أو الأوراق وبالتحديد من الخلايا البرانشيمية التي تتواجد بين الحزم الوعائية في السيقان الحديثة، أما الجذور العرضية التي تنشأ في السيقان المسنة فتنشأ من أشعة وعائية قريباً من نسيج الكامبيوم.

3-3-3 تأثير العوامل البيئية على نمو ووظيفة الجذور:

عندما تكون ظروف التربة مناسبة يتكون أكبر قدر من المجموع الجذري، فالنباتات الصحراوية يتكون بها عادة مجموع جذري قوي، أما نباتات المستنقعات فتكون ذات مجموع جذري بسيط، وطريقة الري تؤثر على الشكل العام للمجموع الجذري، فمثلاً أشجار الفاكهة ترسل بجذورها إلى طبقات أعمق من التربة إذا كانت الطبقات السطحية جافة، أما إذا كان مستوى الماء الأرضي قريبا من سطح التربة فإن المجموع الجذري يكون سطحيا نسبياً.

3-4 التركيب الداخلي للساق في نباتات ذوات الفلقتين:

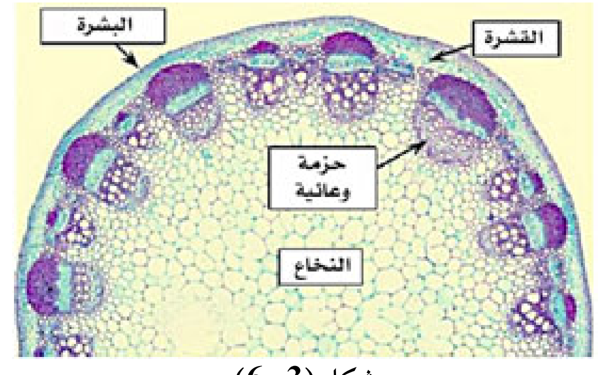
تمتاز الساق عن الجذر باختلاف وضع وتوزيع الأنسجة المختلفة، ففي الصنوبريات وذوات الفلقتين تكون الأنسجة الوعائية الابتدائية عبارة عن اسطوانة مجوفة وكاملة داخل النسيج الأساسي، إذ يُعرف النسيج الواقع خارج الاسطوانة الوعائية بالقشرة، والنسيج الواقع إلى الداخل بالنخاع، أو تكون الأنسجة الوعائية الابتدائية عبارة عن اسطوانة غير كاملة تحوي حزماً وعائية منفصلة عن بعضها، أو مرتبة في حلقة واحدة أو أكثر، وتعرف المسافات التي بين الحزم والمكونة عادةً من خلايا بارنشيمية بالأشعة النخاعية.

- **قطاع عرضي لساق حديث في نبات ذو فلقتين:**

شكل (3-6) قطاع عرضي لساق نبات دوار الشمس، إذ يتكون ساق دوار الشمس من الأنسجة التالية:

أ- البشرة **Epidermis**:

يتبين لنا من الشكل أن البشرة تتكون من صف واحد من الخلايا المتراصة على جدرها الخارجية طبقة من الكيوتين تعرف بالأدمة (Cuticle).



شكل (3-6)
قطاع عرضي لساق نبات دوار (ذو فلقتين)

ب- القشرة Cortex:

القشرة عبارة عن مجموعة خلايا محصورة بين البشرة والاسطوانة الوعائية، وتتكون من نوعين من الخلايا، هي الخلايا الكولنشيمية وتكون الجزء الخارجي من القشرة، والخلايا البرنشيميه وتكون الجزء الداخلي من القشرة، وتعرف هذه الطبقة من القشرة بالغلاف النشوى لاحتوائها على حبيبات نشوية.

ج- الاسطوانة الوعائية Vascular Cylinder:

- مما تتركب الاسطوانة الوعائية في ساق دوار الشمس؟

تتركب الاسطوانة الوعائية من عدد من الحزم الوعائية مرتبة في شكل حلقة وكل حزمة تتكون من لحاء جهة الخارج وخشب جهة الداخل وبينهما يوجد النسيج الإنشائي (الكامبيوم)، ثم طبقة البريسيكل وهي مجموعة الخلايا التي تغلف اللحاء وعادة تتكون من خلايا اسكلرنشيمية تغلف الحزم الوعائية وتوجد مرتبة في حلقة واحدة، وتوجد أشعة نخاعية تفصل ما بين الحزم الوعائية، ويشغل النخاع مركز الساق ويتكون من خلايا برانشيمية كبيرة الحجم.

5-3 التركيب الداخلي للساق في نباتات من ذوات فلقة واحدة:

- **قطاع عرضي لساق ذي فلقة واحدة:**

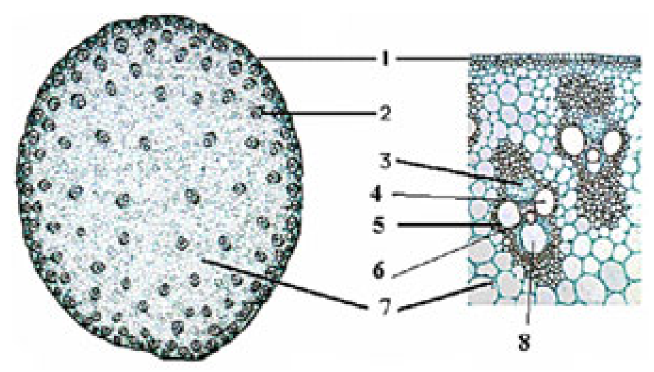
تتميز أغلب سيقان نباتات ذوات الفلقة الواحدة بأنها غالباً عشبية، ولذلك تكون أنسجتها ابتدائية.

الأنسجة الابتدائية لساق الذرة:

إذا نظرنا إلي قطاع عرضي لساق نبات الذرة كما في شكل (3-7) نجد الأنسجة التالية:

أ- البشرة Epidermis:

تتكون من صف واحد من الخلايا المتراصة التي تعلوها طبقة من الكيوتين وتتخللها الثغور، وقد تحتوي طبقة البشرة على زوائد تكون على هيئة شعيرات، وتشبه خلايا بشرة الساق في نباتات ذوات الفلقة الواحدة مثيلاتها في سيقان نباتات ذوات الفلقتين.



1- بشرة 2- حزمة وعائية
3- لحاء 4- خشب تالي
5- غلاف الحزمة 6- خشب أولي
7- نسيج أساسي 8- تجويف الخشب

شكل (3-7)

قطاع عرضي في ساق نبات الذرة (ذي فلقة)

ب- النسيج الأساسي Ground Tissue:

يتكون النسيج الأساسي عادة من خلايا برانشيمية، وتتكون الطبقات الخارجية للنسيج الأساسي من خلايا اسكلرنشيمية، وبالنظر إلى القطاع العرضي في شكل (3-7) وبالمقارنة مع القطاع العرضي لساق نبات من ذوات الفلقتين الشكل (3-6)، نجد أن هناك اختلافات في التركيب.

نلاحظ في القطاع العرضي لنبات من ذوات الفلقة الواحدة الشكل (3-7) أن:

- النسيج الأساسي لا يتميز بوجود قشرة ونخاع بل نجده يتمثل في نسيج واحد يلي البشرة مباشرةً، ولا وجود لنسيج الكامبيوم بين نسيجي الخشب واللحاء.

ج- الحزم الوعائية Vascular Bundles:

تتميز الحزم الوعائية في سيقان نباتات ذوات الفلقة الواحدة بالآتي:

- الحزم الوعائية عديدة ومبعثرة، تزداد في العدد وتصغر في الحجم ناحية البشرة، وتقل في العدد وتكبر في الحجم ناحية مركز القطاع، كما في الشكل (3-7)، وتحتوي الحزم الوعائية في سيقان نباتات ذات الفلقة الواحدة، ومنها ساق الذرة، على كمية خشب ولحاء أقل مما تحتويه الحزم الوعائية لسيقان ذوات الفلقتين، كما تُغلف الحزمة الوعائية في سيقان ذوات الفلقة الواحدة بطبقة أو أكثر من الألياف تُعرف بغلاف الحزمة.
- عدم وجود طبقة البريسيكل، وتظهر أوعية الخشب مرتبة علي شكل حرفV أو حرف Y.

6-3 إلتحام الأصل بالطعم في التكاثر بالتطعيم:

يتم إجراء إلى عملية التطعيم في النبات لأغراض كثيرة منها سرعة إكثار النباتات وتحسينها، والتطعيم هو عبارة عن تركيب جزء من الساق يحتوي على برعم واحد أو على عدة براعم في نبات آخر، فيحدث بينهما التحام، ويسمى الجزء الذي تم تركيبه بالطعم والجزء الذي تم التركيب عليه بالأصل، فكيف يحدث الالتحام بين كلٍ من الطعم والأصل في التكاثر الخضري بالتطعيم؟

يحدث الالتحام بطريقة مشابهة لما يحدث في التئام الجروح، حيث إن الخلايا الحية القريبة من السطح المقطوع لكل من الأصل والطعم تنقسم وتكون نسيج كالس يملأ المسافة الموجودة بين الأصل والطعم، ثم يتصل كامبيوم الأصل مع كامبيوم الطعم نتيجة لتحول بعض خلايا الكالس إلى خلايا كامبيوم، ينقسم الكالس وفي النهاية يتصل بالكامبيوم مكوناً أنسجة وعائية تؤدي إلى ربط الأصل بالطعم تماماً، وقد لا يحدث توافق بين الأصل والطعم كما هو الحال في بعض أصناف التفاح، ويرجع السبب إلى تكون خلايا برانشيمية تمنع كامبيوم الأصل والطعم من الالتحام.

1-6-3 نسيج الكالس Callus Tissue:

عند حدوث جروح في فرع نامٍ، تتكون سريعاً كتل من خلايا برنشيمية رخوة فوق السطح المجروح مكونةً نسيجاً يعرف بنسيج الكالس (Callus tissue)، وذلك لتكوين طبقة حماية على الجرح الناتج، وتتكون طبقة الحماية على الخلايا الخارجية لنسيج الكالس إما بترسب مادة السوبارين أو بتكون بريدرم داخلها، وبتكوين نسيج الحماية الخارجي على سطح الجرح، ينشط الكامبيوم أسفل منطقة الجرح مباشرةً ليكون نسيجاً وعائياً جديداً بالطريقة العادية. ولنسيج الكالس المتكون في مثل هذه الظروف أهمية كبيرة في الإكثار الخضري للعديد من النباتات، إذ يُساعد على نشؤ الجذور العرضية في العقل والتحام الطعم بالأصل.

3-6-2 البريدرم الجرحي Wound Periderm:

عند حدوث جرح للنبات تحدث عملية تحفيز لتكوين بريدرم يسمى البريدرم الجرحي، وهذا ما نشاهده عند قطع درنات البطاطس، حيث يُلاحظ ترسب مواد بوجود الهواء لتغطية الجرح مثل السيوبرين والكيوتين، وفي الجروح في الأوراق والأغصان الصغيرة تلتئم الجروح بتكوين ندبة وذلك بترسيب مواد تحمي منطقة الجرح من الجفاف والحشرات والأمراض، ثم تنشط الخلايا الحية أسفل الندبة لتكوين بريدرم جديد، وفي السيقان المسنة ينشط نسيج الكالس (النسيج الجرحي) الناشئ على السطوح الممزقة ويملأ الجروح، ثم يبدأ نشؤ الكامبيوم في هذا النسيج.

3-7 التركيب الداخلي للورقة في نبات من ذوات الفلقتين وآخر من ذوات الفلقة الواحدة:

تنشأ الأوراق من النسيج الإنشائي في المرستيم القمي للساق، وتظهر كنتوء صغير مستدير نتيجة انقسام الطبقات الخارجية للميرستيم القمي، وتسمى بدائي الورقة (Leaf primordium)، ولذلك تُعتبر الأوراق من الناحية التشريحية امتداداً جانبياً للساق، كما أنها تتكون من نفس الأنسجة الموجودة في الساق، ولكنها تختلف عن الساق في طريقة توزيع الأنسجة بما يتلاءم مع وظيفة الأوراق وخاصة التمثيل الضوئي. كما أن الأوراق لا يتكون بها بريدرم لعدم حدوث نمو ثانوي بها، ولذلك تظل أنسجتها ابتدائية، والأوراق محدودة النمو والعمر، وتتكون أوراق جديدة مع سقوط الأوراق الكبيرة والمتقدمة في العمر.

3-7-1 التركيب الداخلي لورقة نبات من ذوات الفلقتين:

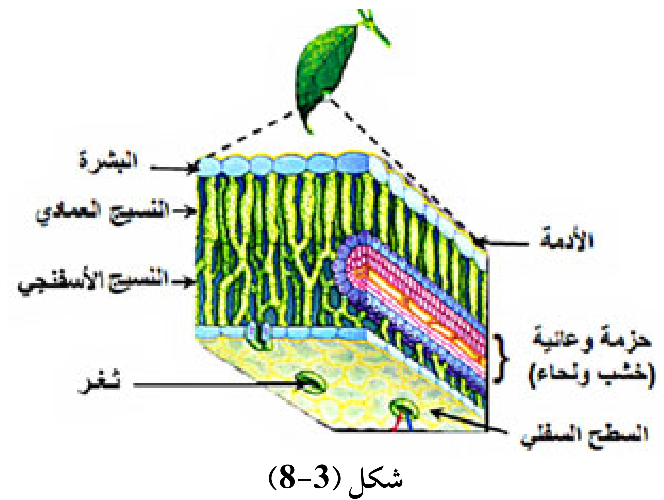
إذا فحصنا قطاعاً عرضياً في نصل ورقة نبات ذي فلقتين، نجد أنه يتكون من الآتي:

أ- البشرة:

تمتد البشرة على كلا سطحي الورقة، ولذلك توجد بشرة عليا وبشرة سفلى، وتتكون البشرة عادةً من صف واحد من الخلايا التي تظهر في القطاع العرضي متطاولة ومتراصة بجانب بعضها، وهي خالية من صبغة الكلوروفيل، ما عد الخلايا الحارسة المحيطة بالثغور. وتظهر خلايا البشرة في المظهر السطحي بشكل متعرج غير منتظم عادة، وبها ثغور مبعثرة، وتغطى جدر الخلايا الخارجية بطبقة الأدمة، ماعدا مناطق الثغور.

ب- الجهاز الوعائي:

تظهر الحزم الوعائية في نصل الورقة في نظام متشابك مكونةً عروق الورقة، حيث يمكنك مشاهدة هذه العروق بالعين المجردة على نصل ورقة نبات الفول أو القطن مثلاً، وتوجد الحزم الوعائية للعروق الجانبية المتفرعة عادةً من قمة عنق الورقة، أو من العرق الوسطي على الحد الفاصل بين الخلايا العمادية والخلايا الاسفنجية شكل (3-8) يبين قطاع عرضي في ورقة نبات ذي فلقتين.



شكل (3-8)

قطاع عرضي في ورقة نبات ذي فلقتين

ج- النسيج الوسطي:

هو نسيج محصور بين طبقتي البشرة العليا والبشرة السفلى، ويتميز النسيج الوسطي إلى نسيجين، الأول يعرف بالنسيج العمادي، والذي يتكون من خلايا برانشيمية متراصة مستطيلة الشكل، ويوجد أسفل البشرة العليا مباشرةً، في حين يعرف النسيج الثاني بالنسيج الإسفنجي، الذي يقع أسفل النسيج العمادي ويتكون من خلايا برنشيمية غير منتظمة الأقطار توجد بينها فراغات بينية. ويعتبر النسيج الوسطي مركزاً للبلاسيدات الخضراء في الورقة المحتوية على الكلوروفيل والتي تقوم بعملية البناء الضوئي.

3-7-2 التركيب الداخلي لورقة نبات من ذوات الفلقة الواحدة:

بعمل قطاع عرضي في ورقة نبات ذي فلقة واحدة، وبفحص هذا القطاع، فإننا سنلاحظ الأنسجة الآتية:

أ- البشرة:

هناك بشرة عليا وبشرة سفلى، تتكون كل منهما من طبقة واحدة من خلايا متراصة تتخللها الثغور، وتغطى من الخارج بطبقة الأدمة، كذلك قد توجد بعض الأنواع الأخرى من الخلايا مثل خلايا الفلين والسليكا، كما في أوراق النجيليات، وتنتشر الثغور في صفوف طولية على سطحي الورقة، وأكثرها انتشاراً على السطح السفلي.

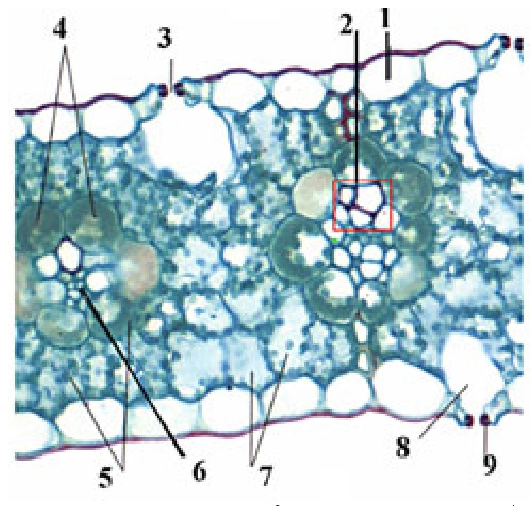
ب- الجهاز الوعائي:

تظهر الحزم الوعائية في نظام متوازٍ عادةً، وذلك لأن تعريق الأوراق في نباتات ذوات الفلقة الواحدة يكون عادةً متوازياً، كما في أوراق الذرة، ولهذا عند عمل قطاع عرضي للورقة، تظهر الحزم الوعائية في مسقط عرضي ويتدرج حجمها في الصغر من العرق الوسطي حتى حافتي الورقة ذات التعريق المتوازي الطولي.

تعرفنا سابقاً بأن الحزم الوعائية تتكون من خشب ولحاء، ويوجد الخشب في أوراق نباتات ذات الفلقة الواحدة جهة البشرة العليا، ويكون ترتيب الأوعية الخشبية بشكل حرف Y أو رقم V، أم اللحاء فيوجد جهة البشرة السفلى.

ج- النسيج الوسطى:

بملاحظة شكل (3- 9) والذي يبين قطاع عرضي في ورقة نبات ذات فلقة واحدة ستجد أن النسيج الوسطي في أوراق نباتات ذوات الفلقة الواحدة لا يتميز إلى نسيج عمادي ونسيج اسفنجي ، كما رأينا في أوراق نباتات ذوات الفلقتين، بل يحتوي على نسيج اسفنجي عموماً، ويتكون النسيج الوسطي من خلايا كلورانشيمية متساوية الأقطار تقريباً توجد بينها مسافات، وتتركز في هذا النسيج البلاسيدات الخضراء المحتوية على صبغة الكلوروفيل للقيام بعملية البناء الضوئي.



1- خلا يا حركية
2- خشب
3- ثغر
4- غلاف الحزمة الوعائية
5- بلاستيدات
6- لحاء
7- النسيج الوسطي
8- حجرة هوائية
9- خلية حارسة

شكل (3-9)
قطاع عرضي في ورقة نبات ذات فلقة واحدة

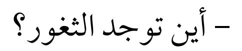
د- الثغـــور:

- مما يتركب الثغر؟ ما وظيفتة؟

يتركب الثغر من فتحة تسمى فتحة الثغر تحاط بخلايا متخصصة تعرف بالخلايا الحارسة (Guard cells)، وهي عبارة عن زوج من خلايا البشرة تتحور بنظم مختلفة لتأدية وظيفتها، وتتصل الفتحة بتجويف داخلي يسمى الغرفة الهوائية، ويطلق على هذا التركيب اصطلاح جهاز الثغر، وتعمل الثغور على تنظيم عمليات النتح وتبادل الغازات في النبات من خلال التحكم بعملية فتح وغلق الثغور من خلال الخلايا الحارسة. شكل (3-10).

جدار داخلي سميك
فتحة الثغر
خلية حارسة
بلاستيدة خضراء

شكل (3-10)
الثغـــــور


- أين توجد الثغور؟

تنتشر الثغور على السطح العلوي والسفلي للأوراق وكذلك على السيقان العشبية الخضراء ولا توجد في الجذور. ويختلف توزيع الثغور في الأوراق باختلاف النباتات، فقد توجد على السطح السفلي فقط كما في نبات الفيكس، أو على كلا السطحين، كما في معظم النجيليات، أو على السطح العلوي فقط، كما في أوراق النباتات الطافية فوق سطح الماء، وقد لا توجد الثغور في كثير من النباتات المائية، وتتوزع الثغور في صفوف طولية، كما في أوراق النجيليات، أو تظهر مبعثرة بدون نظام، كما في معظم أوراق نباتات ذوات الفلقتين.

- مقارنة التركيب الداخلي لورقة من نبات ذي فلقتين والتركيب الداخلي لورقة نبات ذي فلقة واحدة.

جدول (3-1)

يبين المقارنة بين التركيب الداخلي لورقة من نبات ذي فلقتين والتركيب الداخلي لورقة نبات ذي فلقة واحدة

م	وجه المقارنة	ورقة نبات من ذوات الفلقتين	ورقة نبات من ذوات الفلقة الواحدة
1	البشرة	- طبقة واحدة أو عدة طبقات من الخلايا تظهر في القطاع العرضي متطاولة متراصة. - المظهر السطحي للخلايا غير منتظم ومتعرج عادة وثغور الخلايا مُبعثرة (غير مرتبة).	- تشبه في تركيبها بشرة ذوات الفلقتين إلا انه يوجد بها خلايا حركية تعمل على التفاف الورقة عند نقص الماء في النبات. - المظهر السطحي للخلايا متطاولة في اتجاه نصل الورقة والثغور فيها مرتبة في صفوف.
2	الجهاز الوعائي	توجد الحزم الوعائية الرئيسية في العرق الوسطي وتتشعب مكونة شبكة من العروق تمتد إلى جميع أجزاء الورقة، وتظهر أذرع الخشب مرتبة على استقامة واحدة.	توجد الحزم الوعائية في جميع العروق المتوازية في الورقة، و يظهر الخشب على شكل حرف V.
3	النسيج الوسطي	غالباً يتميز بوجود نسيج عمادي ونسيج إسفنجي.	غالبا يتكون من نسيج اسفنجي فقط.
4	الثغور	توجد ثغور مبعثرة على سطح الورقة	توجد الثغور مرتبة في صفوف طويلة متوازية

تقـــويم الوحـــــدة الثالثـــة

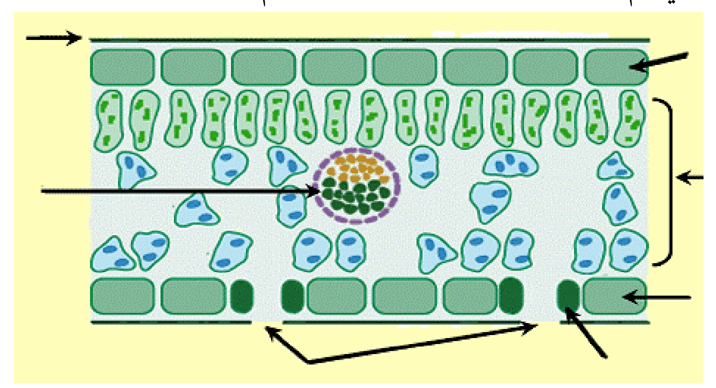
1- عرف كلاً من المصطلحات التالية:

أ- علم تشريح النبات. ب- نسيج الكالس.

ج- القلنسوة. د- التطعيم.

2- وضح بالرسم و كتابة البيانات التركيب التشريحي لجذر حديث من ذوات الفلقتين.

3- اكتب عنوان الشكل التالي ثم بيانات الأجزاء الموضحة بالأسهم.

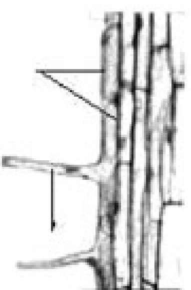


4- في الجدول أدناه، قارن بين التركيب التشريحي لجذرين حديثي النمو لنباتين أحدهما لنبات من ذوات الفلقة الواحدة والآخر لنبات من ذوات الفلقتين مستعيناً بالمثال في الفقرة (1):

م	وجه المقارنة	جذر من ذوات الفلقتين	جذر من ذوات الفلقة
1	مساحة النخاع بالنسبة لبعضها البعض	صغيرة	كبيرة
2	القشرة		
3	عدد أوعية الخشب في الحزمة الواحدة		
4	وجود شريط كاسبار (مادة السوبرين) في طبقة البشرة الداخلية		
5	أعداد الحزم الوعائية		

5- وضح بالرسم وكتابة البيانات التركيب التشريحي لساق نبات من ذوات الفلقة الواحدة.

6- اكتب عنوان الشكل التالي، ثم اكتب بيانات أجزاء الشكل الموضحة بالأسهم.



7- قارن بين التركيب التشريحي لساق نبات من ذوات الفلقتين و بين نبات آخر من ذوات الفلقة في الجدول التالي:

م	وجه المقارنة	ساق من ذوات الفلقتين	ساق من ذوات الفلقة
1	يتميز النسيج الأساسي إلى: (قشرة، نخاع، أشعة نخاعية).		
2	وجود البريسيكل		
3	ترتيب الحزم الوعائية		
4	احتواء الحزم الوعائية على كمبيوم (نسيج إنشائي)		
5	شكل أوعية الخشب		
6	وجود أغلفة ليفية حول الحزم الوعائية		

8- فسر كيفية التئام الجروح بعد عملية تطعيم النبات؟

9- في الجدول التالي، قارن بين التركيب التشريحي لورقة نبات من ذوات الفلقتين وبين التركيب التشريحي لورقة نبات من ذوات فلقة واحدة.

م	وجه المقارنة	ورقة نبات من ذوات فلقتين	ورقة نبات من ذوات فلقة واحدة
1	البشرة		
2	الجهاز الوعائي		
3	النسيج الوعائي		
4	الثغور		

10- اذكر وظائف كل من:

أ- الشعيرات الجذرية
ب- القلنسوة.
ج- البريدرم.
د- البريسيكل.

11- ما هي التطبيقات العملية والعلمية التي استفدتها من دراستك للتركيب التشريحي للنباتات (جذور – سيقان – أوراق) ناقش ذلك مع مدرسك.


الوحدة الرابعة
أساسيات تصنيف النباتات
Fundamentals of Plant Taxonomy

أهـــــداف الوحـــــدة

يتوقع منك بعد الانتهاء من دراستك لهذه الوحدة أن تكون قادراً على أن:

1- تُعرَف المقصود بمفهوم علم تصنيف النبات.

2- تُحدد أُسس التسمية العلمية للنباتات.

3- تتعرف مصادر معلومات تصنيف النباتات.

4- تستعرض الطرق المختلفة للتعرف على النباتات.

5- توضح الهيكل التصنيفي للنباتات.

1-4 تصنيــف النبــات:

يـنمو عـلى سـطح الأرض عدد كبير جداً من النباتات (350 ألف نوع نباتي)، ويمكن بسهولة ملاحظة أن هناك تشابهاً واختلافاً فيما بينها، والتشابه بينها يتفاوت يختلف بدوره، فبينما يكون شديداً في بعض الحالات يكون متوسطاً أو جـزئياً في حـالات أخـرى. وبـناءً على ذلك وبسبب وجود بعض النباتات المتشابهة والنباتات غير المتشابهة سعى علــم تقسيم النبــات (Systematic Botany) إلى وضع النباتات المتشابهة في مجموعات كبيرة وصغيرة بحسب درجـة التـشابه بـين نـباتات كـل مجموعة، ووضعت كل هذه المجموعات في مجموعة كبيرة يتشابه أفرادها في كونها نباتات تقع تحت ما يسمى بالمملكة النباتية Plant Kingdom تمييزاً لها عن الكائنات الحية الأخرى التي تنتمي إلى مجموعة أخرى هي المملكة الحيوانية Animal kingdom.

1-1-4 تعريف علم تصنيف النبات: Plant taxonomy

هـو العلـم الـذي يهـتم بتقسيم النباتات وتسميتها وتوصيفها وترتيبها في نظم تقسيمية محددة وفق ترتيب تعاقبي معين يعتمد على أساس أوجه التشابه والاختلاف فيما بينها بصورة شاملة.

2-1-4 أهداف علم تصنيف النبات:

يمكن حصر الأهداف الرئيسية لعلم تصنيف النبات فيما يلي:

أ- وضع أسس مقبولة لوصف وتعريف وتسمية الأنواع النباتية المختلفة.

ب- تـرتيب النباتات في مجموعات، أفراد كل مجموعة يرتبط أفرادها ببعضها البعض بدرجة أكبر مما ترتبط به مع أفراد المجموعات الأخرى.

ج- وضـع نظـام تقـسيمي يهـدف إلى توضـيح صلات القرابة بين النباتات في المجموعات المختلفة وعلاقة هذه المجموعات ببعضها البعض.

د- وضـع سـجل لمجمـوعات النـباتات الـبرية التـي تـنمو في مـنطقه جغـرافية أو معيـنة وهـذا فـيما يعـرف بالفلورا Flora.

2-4 تسميــة النبــات Plant Nomenclature:

إن اختلاف الأسماء الشائعة للنباتات من منطقة إلى أخرى ومن لغة إلى أخرى أدى إلى وجود أكثر من اسم للنوع الـواحد مـن النـباتات، وبالـتالي فقـد تم التوصل إلى اتفاق عالمي بضرورة لإطلاق تسمية علمية موحدة لكل نوع، وتعـرف التـسمية العلمـية بأنهـا " تعيـين الاسم الصحيح لنبات ما وفق نظم التسمية التي تقرها القواعد الدولية" ويعتبر الاسم العلمي بمثابة دليل للنبات يمكن بواسطته تمييز نبات ما عن غيره من النباتات.

1-2-4 القواعد العامة للتسمية العلمية:

أ- تـشتق الأسـماء العلمـية للنـباتات مـن مفردات اللغة اللاتينية، لأن أقدم تسمية مدونة للنباتات كانت باللغة اللاتينية.

ب- يـتكون اسـم كل نوع من أنواع النبات من كلمتين، الأولى تشير إلى اسم الجنس والثانية تدل على نوع خاص يـوجد ضـمن ذلك الجنس، وهو ما يسمى بنظام "التسمية الثنائية " والذي يستعمل على حد سواء في تسمية النبات والحيوان.

ج- يكـتب الاسـم العلمـي للنبات بحيث يكتب الحرف الأول لأسم الجنس بنمط الأحرف الكبيرة، بينما يكتب الحـرف الأول مـن اسم النوع بنمط الأحرف الصغيرة باللغة اللاتينية، وعادةً ما يُلحق الاسم العلمي للنبات بمختـصر لاسم العالم الذي قام بتصنيفه، وتكتب الأسماء العلمية (الجنس والنوع فقط) بحروف مائلة تمييزاً، وللإيـضاح يُكـتب الاسـم العلمـي لنبات البُن مثلاً (Cofea arabica (L. حيث يشير الاسم الأول من اليسار Cofea إلى اسم جنس البُن ويشير الاسم الثاني arabica إلى اسم نوع البُن العربي الذي يوجد ضمن جـنس الـبُن. وقـد يكـون اسـم الجـنس أو النوع منسوباً إلى صفة من صفات النبات كالأوراق مثلاً أومكان اكتشافه أو اسم العالم الذي صنفه وغير ذلك.

ويعتـبر العـالم السويدي كارولس لينيوس Carolus Linnaeus (1707-1778م)، هو أول من وضع نظام التـسمية الثنائـية للكائـنات الحية، وذلك في كتابه المسمى الأنواع النباتيـــــة (Species plantarum)، المنشور عام 1753م.

ومـن الناحـية التطبيقـية نجـد أن الجـنس والـنوع يعطـيان لأي نـبات اسـمه وموضعه في المملكة النباتية، فمثلاً الاسم العلمي للبرسيـم Trifolium alexandrinum L والحرف L يشير إلى أن العالم Linnaeus هو الذي سمى نبات البرسيم علمياً، وفي هذا الاسم مثلاً، دلالة على احتواء ورقة النبات على ثلاث وريقات. يمكن توضيح طريقة تقسيم النباتات البذرية بالتسلسل التصنيفي لكل من نباتي الذرة الشامية والفول البلدي كما يلي:

المملكة النباتية

Plant kingdom

↓

قسم النباتات البذرية

Division: Spermatophyta

↓

صف : مغطاة (كاسيات) البذور

Class :Angiosperms

↓

تحت صف: نباتات ذوات الفلقة الواحدة	تحت صف: نباتات ذوات الفلقتين
Sub-class: Monocotyledons	Sub-class: Dicotyledons
↓	↓
رتبة: النجيليات	رتبة: البقوليات
Order: Graminales	Order: Leguminoles
↓	↓
عائلة: النجيليات	عائلة: البقوليات
Family: Poaceae (Gramineae)	Family: Fabaceae (Leguminosae)
↓	↓
Genus : Zea جنس	Genus:Vicia جنس
↓	↓
Species :Mays نوع	Species: Faba نوع
↓	↓
الاسم العلمي للذرة الشامية	الاسم العلمي للفول
Zea mays	Vicia faba

4-2-2 وحدة التقسيم النباتي:

مـن الناحـية العلمية أتفق على أن تكون وحدة التقسيم النباتي (الوحدة التصنيفية الأساسية في علم تقسيم النبات والحـيوان) هـي النوع (Species) وهي أصغر مجموعة، وتضم النباتات الشبيهة جداً ببعضها. وضعت بعد ذلك الأنواع الأكثر تشابهاً من بعضها في مجموعات أكبر سميت كل مجموعة بالجنس (Genus) وتقل درجة التشابه بين نباتات الأنواع المختلفة ضمن الجنس الواحد.

بعـد ذلك وضعت الأجناس المتشابهة في مجموعة أكبر سميت بالعائلة النباتيـــة (Plant Family) تكون فيها درجة التشابه بين أفراد الأجناس المختلفة داخل العائلة الواحدة أقل منها بين نباتات الجنس الواحد).

والعـائلات المتـشابهة جمعت في رتب (Orders) والرتب المتقاربة وضعت في تحت صف (Sub-class) وتحت الصفوف المتقاربة وضعت في صف Class واحد والصفوف المتقاربة وضعت في أقسام (Divisions)ومجموعة هذه الأقسام تكّون في النهاية المملكة النباتية.

ومـن المـتفق علـيه علمـياً أن ينتهـي الاسـم اللاتينـي لكـل عائلـة بالمقطع "ceae"، أما الرتب فتنتهي أسماؤها بالمقطـع "ales"، بيـنما تنتهي أسماء الأقسام بالمقطع "phyta"، ومن الناحية التطبيقية تعتبر العائلات والأجناس والأنواع اكثر استعمالاً في الاستدلال على تصنيف النباتات.

4-2-3 الدلائل التصنيفية المتبعة في تصنيف النبات:

توجد دلائل كثيرة في تصنيف النبات فيما يلي أهم هذه الدلائل:

أ- **الـصفات الظاهـرية (المورفولوجـية)**: وتعتـبر من أهم أسس التقسيم فقد يكون التقسيم مبنياً على طبيعة نمو النـباتات كأن يكون مثلاً إما عُشبياً أوشُجيرياً أو غير ذلك أو قد يبنى التقسيم على نوع التعريق في الأوراق أو تركيب وشكل الأزهار أو غير ذلك.

ب- **الـصفات التـشريحية**: تعتـبر الصفات التشريحية من الصفات الهامة التي يمكن استخدامها كأحد الدلائل في تصنيف النباتات وذلك لوجود اختلافات تشريحية بين النباتات المختلفة.

ج- **عـدد الكروموسـومات**: يمكن أيضاً استخدام عدد الكروموسومات للتفريق بين النباتات، فعلى سبيل المثال يقـسم نـبات القطن إلى مجموعتين رئيسيتين تبعاً لعدد الكروموسومات، فهناك مجموعة تحتوي على 26 زوجاً مـن الكروموسـومات، وتـسمى بأقطـان الدنيا الجديدة، وأما المجموعة الأخرى فتحتوي على 13 زوجاً من الكروموسومات والتي تسمى بأقطان الدنيا القديمة.

د- **الجنـين**: تقـسم النباتات الزهرية تبعاً لعدد فلقات الجنين إلى نباتات تحتوي على فلقة واحدة في جنينها والمسماة بـذوات الفلقة الواحدة (Monocotyledons)، ونباتات أخرى يحتوي جنينها على فلقتين والمسماة بذوات الفلقتين (Dicotyledons).

هـ- **حـبوب اللقاح**: تستخدم صفات حبوب اللقاح مثل شكل حبة اللقاح وحجمها وعدد ثقوب الإنبات فيها في تصنيف كل من نباتات كاسيات البذور (النباتات الزهرية) ونباتات عاريات البذور.

و- **الصفات الكيميائية**: إن الأساس في هذه الطريقة هو وجود مركبات معينة تكون مميزة لأقسام أو أجناس أو أنواع نباتية معينة، فمثلاً زيت النعناع الذي لا يوجد إلا في نباتات العائلة الشفوية.

ز- وبتطور العلوم الحيوية أمكن استخدام دلائل تصنيفية أكثر دقة لتصنيف النباتات من خلال تحليل الإنزيمات والبروتينات، وحديثا باستخدام الحامض النووي الريبوزي DNA من خلال تقنيات الجزيئات الحيوية (Molecular biology).

3-4 مصادر معلومات تصنيف النباتات:

إن من أهم المصادر التي يمكن عن طريقها الحصول على معلومات تصنيف النباتات:

أ- **الحديقة النباتية Botanical garden**: وهي مؤسسة علمية نباتية تحتوي على مجموعات نباتية نامية بها وتحتوي إلى جانب ذلك على صوبة زجاجية ومعامل بحوث، وتهيئ الحدائق النباتية الفرصة لدراسة النباتات بصورة علمية وبعض جامعات العالم لها حدائق خاصة بها.

ب- **المعشبة Herbarium**: هي عبارة عن المكان المجهز لحفظ العينات النباتية المجففة بأسمائها العلمية مزودة بمعلومات وافية ومرتبة يتم الرجوع إليها في تصنيف النبات والاستعانة بها لإيضاح النماذج النباتية النادرة.

ج- **المكتبة Library**: يعتمد علم تصنيف النبات على ما تحتويه المكتبة من معارف ومن معلومات في المراجع والكتب والدوريات المتخصصة والبحوث والتقارير المختلفة المتصلة بعلوم النبات وغيرها.

د- **الشبكة الدولية العنكبوتية (الانترنت Internet)**: حيث توجد في الشبكة الدولية العنكبوتية الكثير من المواقع المتخصصة في علوم النبات وما يتعلق بها.

4-4 الطرق المختلفة للتعرف على النباتات:

- ما هي الطرق التي يجب اتباعها للتعرف على نبات مجهول؟

أ- **التعرف على النباتات بطريقة المقارنة**: يمكن التعرف على أي نبات مجهول بمقارنته بنباتات حية أخرى - تم تعريفها علمياً - داخل الحدائق النباتية أو بالعينات النباتية المجففة بالمعشبات أو من خلال مقارنته بالرسومات والوصف العلمي للنباتات الموجودة بمراجع التقسيم.

ب- **التعرف على النباتات باستعمال المفاتيح النباتية**: يعتبر المفتاح وسيلة لتحديد هوية نبات غير معروف ويعرف المفتاح من الناحية النباتية بأنه مجموعة مرتبة من الصفات النباتية المتشابهة أو المتباينة في نظام متسلسل تقارن به صفات النبات المراد تعريفه.

ج- **الاتصال الشخصي**، حيث يتم التعرف على نبات مجهول عن طريق الاتصال بالمختصين في علوم تصنيف النبات سواء في الجامعات أو المراكز البحثية أو الحدائق النباتية.

5-4 الهيكل التصنيفي للنباتات:

- **مقدمة عن تصنيف الكائنات الحية:**

في نظام التقسيم القديم صُنفت الكائنات الحية إلى مملكتين هما:

المملكة النباتية والمملكة الحيوانية بناءً على أن النباتات لا تتحرك حركة انتقالية، وتصنع غذاءها بنفسها، وأن الحيوانات تتحرك وتنتقل من مكان إلى آخر، وهي غير ذاتية التغذية، ثم ظهرت جوانب قصور في هذا النظام، منها:

أن البكتيريا والطحالب الخضراء المزرقة مصنفة في هذا النظام ضمن المملكة النباتية، وهي كائنات حية وحيدة الخلية ليس لها غلاف نووي وليس لها بلاستيدات وميتوكوندريا وشبكة أندوبلازمية، ولا تنقسم انقساماً اختزالياً كما هو الحال في بقية أجناس المملكة النباتية، ولذلك سميت لاحقاً ببدائية النواة، وهناك خلايا لها غلاف نووي وفيها مثل تلك العضيات فسميت لاحقاً بحقيقية النواة، وأن بعض من الكائنات الحية تجمع بين الصفات النباتية والحيوانية مثل بعض النباتات التي تجهز غذاءها بنفسها ولها صفات حيوانية، لذلك وضع العالم الألماني إرنست هيكل (Ernest Heachel) مملكة ثالثة هي مملكة الطلائعيات، إلا أنه ثم ظهرت اختلافات تشريحية بين هذه الكائنات، فالبكتيريا تختلف عن الأوليات، والفطريات تختلف عن الطحالب، ووضع العالم الأمريكي روبرت ويتكر (Robert Whittaker) في عام 1969م نظاماً جديداً صنف فيه الكائنات الحية إلى خمس ممالك هي:

- مملكة البدائيات Monera و مملكة الطلائعيات Protista و مملكة الفطريات Fungi والمملكة النباتية Plantae والمملكة الحيوانية Animalia، ثم توالت عدة مقترحات لتصنيف الكائنات الحية كان آخرها اقتراح بولد Bold عام 1987م الذي قسم الكائنات الحية إلى فوق مملكتين كالتالي:

- **فوق مملكة بدائية النواة Super Kingdom prokaryota :**

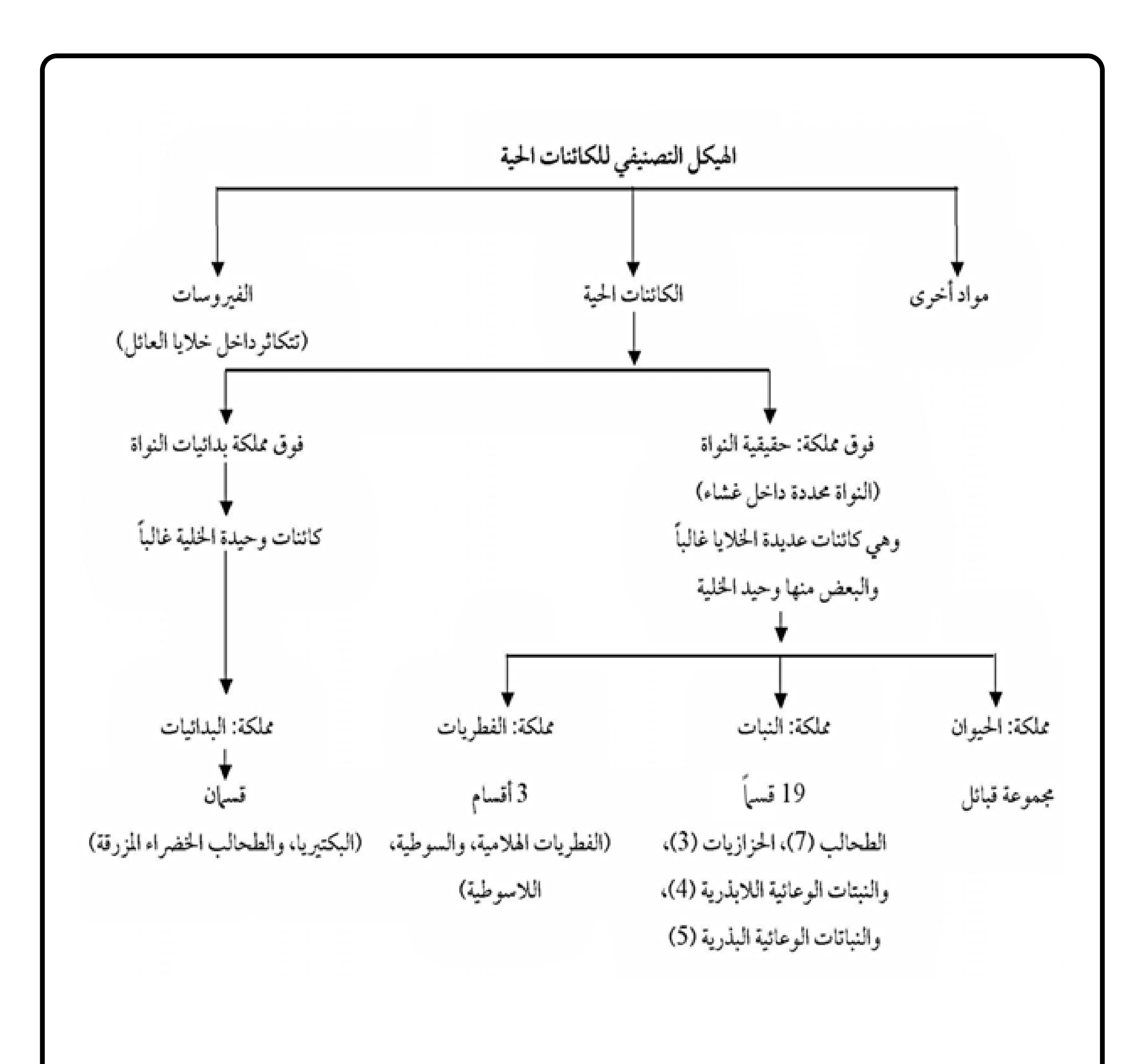
وفيها قسم البكتيريا وقسم الطحالب الخضراء المزرقة في مملكة البدائيات.

- **فوق مملكة حقيقية النواةSuper Kingdom Eukaryota :**

وتضم بقية الكائنات الحية في ثلاث ممالك هي:

مملكة النبات - مملكة الفطريات - مملكة الحيوان. ولا يوجد حتى الآن نظام تصنيف موحد لتصنيف الكائنات الحية، ولكن هناك اتفاقاً بين العلماء على الفصل بين بدائية النواة وحقيقية النواة، وفيما يلي مخطط هيكلي لتصنيف الكائنات الحية تبعاً لاقتراح العالم (Bold) عام 1987م.

وفيما يلي مخطط هيكلي لتصنيف الكائنات الحية الذي اقترحه العالم (بولد Bold) عام 1987م.


الهيكل التصنيفي للكائنات الحية
مواد أخرى
الكائنات الحية
الفيروسات
(تتكاثر داخل خلايا العائل)
فوق مملكة: حقيقية النواة
(النواة محددة داخل غشاء)
وهي كائنات عديدة الخلايا غالباً
والبعض منها وحيد الخلية
فوق مملكة بدائيات النواة
كائنات وحيدة الخلية غالباً
مملكة: الحيوان
مجموعة قبائل
مملكة: النبات
19 قسماً
الطحالب (7)، الحزازيات (3)،
والنبتات الوعائية اللابذرية (4)،
والنباتات الوعائية البذرية (5)
مملكة: الفطريات
3 أقسام
(الفطريات الهلامية، والسوطية،
اللاسوطية)
مملكة: البدائيات
قسمان
(البكتيريا، والطحالب الخضراء المزرقة)

تقـــويم الوحـــــدة الرابعـــة

1 ـ ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة في ما يأتي:

أ- الطريقة الصحيحة لكتابة الاسم العلمي لفطر عفن الخبز الأسود هي:

1 ـ Rhizobus Stalonifer
2- rhizobus stalonifer
3 ـ Rhizobus stalonifer
4 ـ rhizobus Stalonifer

ب ـ أصغر وحدة تصنيفية للكائنات الحية هي:

1 ـ العائلة Family
2 ـ الرتبة Order
3 ـ الجنس Genus
4- النوع Species

2 ـ ضع علامة صح أمام العبارات الصحيحة وعلامة خطأ أمام العبارات الخاطئة:

أ ـ يشترط في المركبات الكيميائية المختارة كأساس للتصنيف أن تكون منتشرة في جميع النباتات ( )

ب ـ اسم الجنس للبرسيم المصري (Trifolium alexandrinum) يدل على صفات أوراق هذا النبات ( )

ج ـ قسمت النباتات إلى معراة بذور ومغطاة بذور بناءً على عدد فلقات الجنين ( )

د ـ نظام التسمية الثنائية يضم اسمي الجنس والنوع ( )

هـ ـ الاسم العلمي للقمح في اليمن هو نفس الاسم العلمي للقمح في الصين ( )

3ـ عرف كلاً من المصطلحات الآتية:

علم تصنيف النبات ـ نظام التسمية الثنائية ـ التسمية العلمية.

ما المقصود بكل من : النوع، الجنس ـ العائلة ـ الرتبة ـ الصف ـ القسم؟

4 ـ اشرح القواعد العامة للتسمية العلمية.

5 ـ اذكر أهم الدلائل التصنيفية المتبعة في تصنيف النبات.

6 ـ ما هي مصادر معلومات تصنيف النبات؟

7 ـ اذكر الطرق المتبعة للتعرف على نبات مجهول.

8 ـ ارسم مخطط للهيكل التصنيفي للنباتات.

الوحدة الخامسة

النباتات اللازهرية

Non Flowering Plants

أهـــداف الوحـــدة

يتوقع منك بعد الانتهاء من دراستك لهذه الوحدة أن تكون قادراً على أن:

1- تستعرض الصفات العامة للبكتيريا والفطريات.

2- تستعرض الصفات العامة للطحالب.

3- تتعرف الصفات العامة للحزازيات.

4- تتعرف أهم سمات النباتات الثيريدية (السراخس).

5- تتعرف أهم صفات النباتات عاريات البذور.

1-5 البكتيريا Bacteria:

هي كائنات وحيدة الخلية خالية من البلاستيدات حتى الأنواع القليلة منها المحتوية على كلوروفيل لا يوجد لها بلاستيدات؛ والخلية البكتيرية صغيرة الحجم فقطر البكتيريا الكروية حوالي ميكرون واحد تقريباً، وتتراوح أطوال البكتيريا العصوية من 2 إلى 5 ميكرون وعرضها من ½ إلى 1 ميكرون، بينما بعض الأنواع الخيطية قد يصل طولها إلى 25 ميكرون.

1-1-5 تركيب البكتيريا Structure of Bacteria:

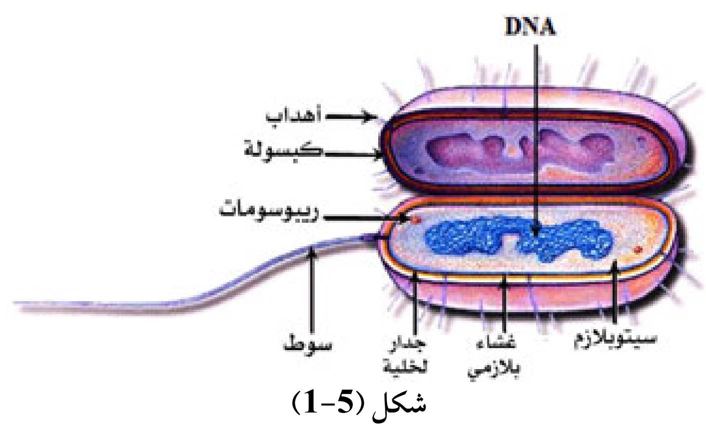
تتركب الخلية البكتيرية شكل (5-1) من الأجزاء التالية:

أولاً: السطح الخلوي Bacterial Surface:

يتكون السطح الخلوي من الآتي:

أ- الطبقة الهلامية وتسمى الكبسولة والتي تقوم بحماية البكتيريا من الجفاف أو الظروف غير الملائمة.

ب- جدار الخلية: وهو عبارة عن غشاء صلب يصل سمكه من 10 – 25 ملي ميكرون، يحفظ للخلية البكتيرية شكلها ويحميها.



شكل (5-1)
التركيب العام للخلية البكتيرية

ج ـ الغشاء السيتو بلازمي: يقع إلى الداخل من جدار الخلية ويحيط بالسيتوبلازم، وهو رقيق ومرن وبه إنثناءات تزيد من مساحته السطحية، كما أنه المسؤول عن عملية الانتشار الغشائي من وإلى الخلية البكتيرية.

ثانياً- التراكيب الداخلية Internal Components:

تشمل التراكيب الداخلية للبكتيريا كل من الآتي:

أ- السيتوبلازم Cytoplasm:

وهو عبارة عن مادة شفافة تحتوي على مواد غذائية مختزنة على هيئة نقيطات دهنية وحبيبات كربوهيدراتيه، كما توجد ريبوسومات تحتوي على جزيئات RNA وبروتين، ولا توجد في الخلية البكتيرية ميتوكوندريا ولا شبكة إندوبلازمية ولا بلاستيدات خضراء، وقد لا توجد فجوات عصارية.

ب- النواة Nucleus:

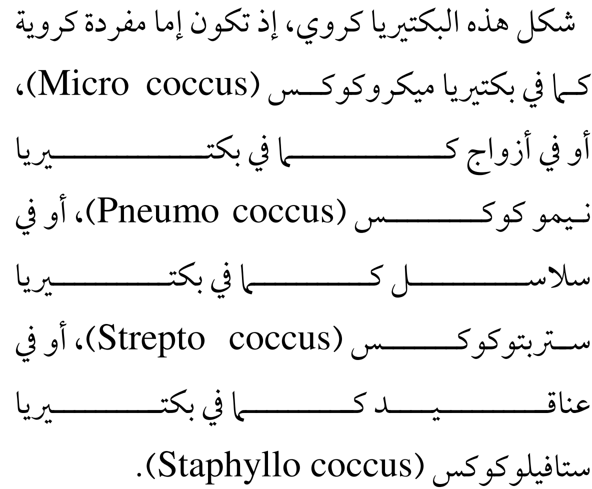
وهي كروية الشكل غالباً أو بيضاوية بدائية غير محددة ليس لها غشاء نووي ولا تكّون خيوطاً مغزلية عند الانقسام، وتقوم النواة بوظائف نقل الصفات الوراثية الموجودة على جزئ DNA الذي يكون غير منتظم الشكل أو على شكل دائري كما في بكتيريا إشيريشيا كولاي (Escherichia coli).

5-1-2 أشكال البكتيريا:

يبين الشكل (5-2) الأشكال الرئيسية للبكتيريا وهي:

أ- الشكل الكروي Coccus type:

شكل هذه البكتيريا كروي، إذ تكون إما مفردة كروية كما في بكتيريا ميكروكوكس (Micro coccus)، أو في أزواج كما في بكتيريا نيمو كوكس (Pneumo coccus)، أو في سلاسل كما في بكتيريا ستربتوكوكس (Strepto coccus)، أو في عناقيد كما في بكتيريا ستافيلوكوكس (Staphyllo coccus).



شكل (5-2)
الأشكال الرئيسية في البكتيريا



ب- الشكل العصوي Bacillus type:

تكون البكتيريا على شكل عصا، كما في البكتيريا المسببة لمرض الجمرة الخبيثة (Bacillus anthracis). وقد تتجمع البكتيريا العصوية في ازوج، كما في بكتيريا دبلوباسلس (Diplobacillus)، وقد تتجمع في سلاسل، كما في بكتيريا ستربتوباسلس (Streptobacillus).

ج- الشكل اللولبي:

ويشمل الشكل اللولبي للبكتيريا الطرز الآتية:

1- بكتيريا حلزونية: شكلها حلزوني تتحرك أغلبها بواسطة الأسواط كما في سبريلوم (Sprillum).

2- بكتيريا ضمية: واوية الشكل تتحرك بالأسواط كما في بكتيريا فيبرو (Vibro).

د- الشكل الخيطي: وهذه الأنواع كبيرة الحجم نسبياً عن البكتيريا العصوية تظهر ميلاً للتفرع لتكوين خيوط تشبه هيفات الفطر كما في الأكتينومايستات (Actinomycetes).

5-1-3 الحركة في البكتيريا:

بعض أنواع البكتيريا لا تستطيع الحركة مثل معظم أنواع البكتيريا الكروية وبعضها لها أسواط (Flagella) تدفعها للحركة في السوائل.

5-1-4 التكاثر في البكتيريا:

تتكاثر البكتيريا بطرق عديدة أهمها ما يلي:

أ- الانشطار الثنائي:

حيث تنقسم الخلية البكتيرية إلى خليتين ويحدث هذا النوع من التكاثر في الظروف البيئية المناسبة إذ تنقسم الخلية كل 15- 20 دقيقة ويقل هذا الانقسام بعد وقت قصير بسبب استهلاك المواد الغذائية ولتلوث بيئة البكتيريا بنواتج عملياتها الحيوية ومنتجاتها السامة من جهة أخرى شكل (5-3).



البكتيريا قبل تضاعف DNA


بداية تضاعف الـ DNA


نسخة حمض DNA المضاعفة


يبدأ الغشاء الخلوي بالنمو بين نسختي DNA


غشاء خلوي وجدار خلوي يبدآن بالنمو من منتصف الخلية


انفصال الخليتين بعد انفصال الجدار الخلوي

شكل (5-3)

الانشطار الثنائي في البكتيريا

ب- التزاوج الجنسي:

هذا النوع من التكاثر قليل جداً يحدث في أنواع قليلة مثل ايشريشيا كـولاي (Escherichia coli) حيث تتقابل خليتان من سلالتين مختلفتين يحدث بينهما اتصال سيتوبلازمي عن طريق قناة تزاوج، وينشأ عن هذا التزاوج إنتاج سلالة جديدة تجمع بين صفات السلالتين الجديدتين المتزاوجتين.

5-1-5 التجرثم في البكتيريا:

لكـي تتكون الجرثومة في البكتيريا ينكمش بروتوبلازم الخلية البكتيرية ليكون جسماً بيضاوياً أو شبه كروياً يحيط به جدار سميك يعرف بالجرثومة الداخلية، وهذه طريقة تتبع لحفظ النوع تحت الظروف غير الملائمة، وعند تحسن الظروف البيئية تنبت الجرثومة وتعطي خلية خضرية.

5-1-6 المتطلبات الأساسية للنمو في البكتيريا:

أ- توفر المادةالغذائية: توفر المادة الغذائية شرطاً أساسياً لنمو البكتيريا، فالبكتيريا ذاتية التغذية تستمد غذاءها من مواد غير عضوية غالباً بينما البكتيريا المتطفلة والرمية تستخدم المواد العضوية للحصول على الطاقة.

ب- توفر الرطوبة المناسبة: حيث إن النمو في البكتيريا يستلزم رطوبة عالية، ويتوقف تكاثر البكتيريا تحت ظروف الجفاف.

ج- درجة الحرارة الملائمة: إن لكل نوع من البكتيريا درجة حرارة مثلى للنمو والتكاثر تختلف من نوع إلى آخر.

د- الـرقم الهيدروجيني (pH): تنمو معظم البكتيريا في وسط متعادل وبعض الأنواع تنمو في الأوساط الحامضية وأنواع أخرى تنمو في الأوساط القاعدية.

هـ- الأكسجين: وتقسم البكتيريا من حيث احتياجها للأكسجين إلى:

- بكتـيريا هوائـية: تـنمو فى الوسـط الـذي يتوفـر فـيه الأكـسجين لتـتمكن مـن إنتاج الطاقه كما في بكتيريا الأزوتوباكتر (Azotobacter sp.).
- بكتـيريا لاهوائـية: وتنـتج الطاقـه اللازمـه لهـا اعـتماداً عـلى التـنفس اللاهوائـي، ومـن أمثلـتها بكتـيريا كلوستروديوم (Clostridium spp.) عن طريق امتصاص وتثبيت النتروجين الجوي.
- بكتيريا إختيارية: ويمكنها العيش في وجود الأكسجين أو عدمه دون أن يؤثر ذلك في نشاطها كما في بكتيريا إيشريشيا كولاي (E.coli).

7-1-5 التغذية في البكتيريا:

البكتـيريا لا تحتـوي عـلى الكلوروفيل وبالتالي فليس لها القدرة على القيام بعملية البناء الضوئي، وتقسم البكتيريا من حيث طريقة التغذية إلى:

أ- بكتيريا ذاتية التغذية Autotrophic ومنها:

- بكتـيريا ذاتـية الـتغذية الـضوئية photo-autotrophes، ولون هذا النوع من البكتيريا أخضر أو أرجواني لاحـتوائها عـلى نـوع خـاص من الكلوروفيل يعرف بالكلوروفيل البكتيري وهذه الأنواع تحصل على الطاقة اللازمة لها من ضوء الشمس كما في معادلة البناء الضوئي التالية:

كلوروفيل بكتيري

$$6\,CO_2 + 12\,H_2S \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\,H_2O + 12\,S + Energy$$ (طاقة)

ضـــــوء

- بكتـيريا ذاتية التغذية الكيميائية: Chemo-autotrphes وهذه الأنواع تحصل على طاقتها من أكسدة مواد غير عضوية، وفيما يلي بعض الأمثلة لهذه الأنواع:
- بكتـيريا الكـبريت غـير الخضراء: حيث تؤكسد هذه البكتيريا كبريتوز الهيدروجين إلى كبريت ثم إلى حمض كبريتيك وتستفيد من الطاقة الناتجة من التأكسد.
- بكتـيريا الحديـد: يحـصل هـذا النوع من البكتيريا على الطاقة اللازمة عن طريق أكسدة أملاح الحديدوز إلى حديديك.
- بكتيريا النيترة: يحصل هذا النوع من البكتيريا على الطاقة اللازمة عن طريق أكسدة النشادر الى حمض نيتروز كـما في بكتـيريا نيتروسـوموناس (Nitrosomonas) الموجـودة في الـتربة. ثـم تقـوم بكتـيريا نتروباكتر (Nitrobacter) بأكسدة حامض النيتروز الى حمض نيتريك والحصول على الطاقة.

ب- **بكتيريا غير ذاتية التغذية (Heterotrophic)**:

وهـذه الأنـواع تعـتمد على غيرها من الكائنات الحية للحصول على الغذاء في صورة جاهزة، وتقسم إلى ثلاث مجموعات:

- **بكتـيريا مـتطفلة Parasitic**: وهـذه الأنـواع تـتطفل عـلى الكائـنات الحية للحصول على غذائها مسببة لها أمراضاً مثل التعفن في النبات والسُل في الإنسان.
- **بكتيريا رمية Saprophytic**: وتعيش هذه الأنواع على تحليل المواد العضوية الميتة وتحصل منها على غذائها كما هو الحال عند تحلل أجسام الحيوانات والنباتات.
- **بكتـيريا مـتكافلة Symbiotic**: وهـذه الأنـواع تعـيش عـلى تبادل المنفعة مع الكائنات الحية مثل البكتيريا العُقديـة (Rhizobium) التـي تـوجد على جذور النباتات البقولية التي تثبت النتروجين الجوي وتحوله إلى مركبات نيتروجينية يستفيد منها النبات البقولي من جهة ويزود النبات البكتيريا العقدية بالمادة الكربوهيدراتية من جهة أخرى.

8-1-5 الأهمية الاقتصادية للبكتيريا من الناحية الزراعية:

أ- تزيد من خصوبة التربة نتيجة تحليلها لأجسام الكائنات الحية إلى مركبات تستفيد منها النباتات النامية.

ب- المحافظة على خصوبة التربة عن طريق:

- تحـويل المواد البروتينية إلى نشادر وتسمى هذه العملية بالنشدرة (Ammonification)، ثم تقوم بكتيريا نيتروسـوموناس (Nitrosomonas) بـتحويل النـشادر إلى أمـلاح نيـتريت، بعـد ذلـك تـتولى بكتـيريا نيتروباكـــتر (Nitrobacter) أكـــسدة أمـــلاح النيـــتريت إلى نـــترات وتـــسمى هـــذه العملـــية بالنيترة (Nitrification)، ووجود النيتروجين على صورة نترات يصبح ميسرا يستفيد منه النبات.
- تثبـيت النيتروجـين الجـوي إلى صـورة ميسرة للنبات وذلك عن طريق البكتيريا العُقدية (Rhizobium) التي تكون العقد الجذرية على جذور النباتات التابعة للعائلة البقولية.
- إضـافة عنـصر الكـبريت إلى التربة: حيث تقوم بكتيريا الكبريت غير الخضراء بتحويل كبريتيد الهيدروجين الـناتج مـن تحلل البروتين إلى حمض كبريتيك ثم تحويل حمض الكبريتيك إلى أملاح كبريتات يحصل النبات منها على عنصر الكبريت اللازم للنشاط الأيضي في النبات.

2-5 الفيروسات: Viruses

هي عبارة عن دقائق لاخلوية صغيرة جداً تسبب كثيراً من الأمراض مثل أمراض تبرقش الأوراق على النباتات و مرض شلل الأطفال في الإنسان.

1-2-5 الخصائص العامة للفيروسات:

أ- يتركب الفيروس من الحمض النووي DNA أو RNA ، والذي يكون على هيئة شريط أوشريطين، ويحيط بالحمض النووي جدار بروتيني، وقد تحاط بعض الفيروسات بغلاف غشائي يحتوي على بروتينات وليبيدات.

ب- الفيروسات غير قادرة على التكاثر الذاتي، ولكي تتكاثر لابد أن تعيش داخل خلايا الكائنات الحية حتى تستطيع التكاثر ولذلك يطلق عليها بأنها طفيليات داخلية إجبارية التطفل.

2-2-5 الأشكال الرئيسية للفيروسات:

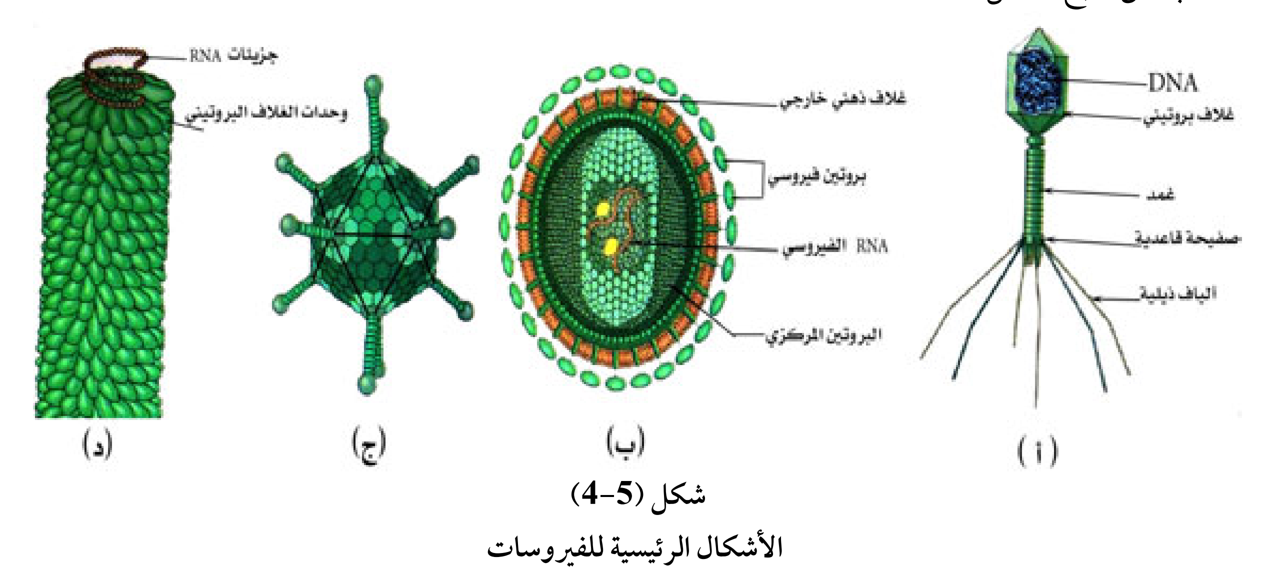
للفيروسات عدة أشكال منها ما يلي:

أ- **ذات رأس وذيل وخيوط ذيلية**: ويوجد الحمض النووي في الرأس، أما الذيل والخيوط فهي للالتصاق بخلية العائل، كما في الفيروسات التي تهاجم البكتيريا، شكل (5-4-أ).

ب- **فيروسات كروية**: يكون لها غالباً غلاف كما في الفيروس المسبب لمرض الأنفلوانزا، شكل (5-4-ب).

ج- فيروسات متعددة السطوح: يكون جدارها على هيئة سطوح مثلثة كما في فيروس تبرقش الخيار شكل (5-4-ج).

د- **فيروسات اسطوانية**: ويكون جدارها البروتيني على هيئة جدار اسطواني يحيط بالحمض النووي كما في فيروس تبرقش التبغ، شكل (5-4-د).



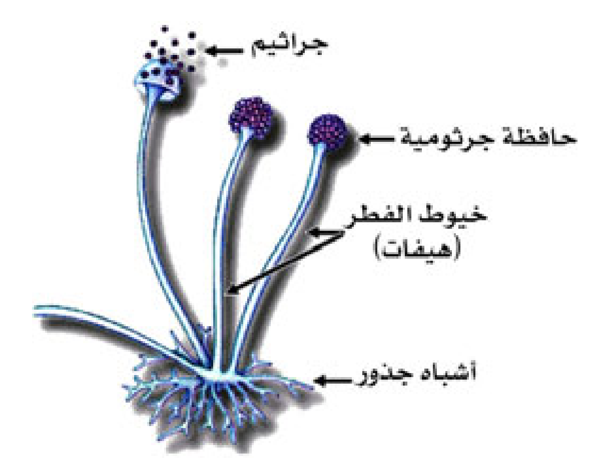
شكل (5-4)

الأشكال الرئيسية للفيروسات

3-5 الفطريـــات: Fungi

الفطـريات عـبارة عـن نـباتات بـسيطة التركـيب، مـنها مـا هو نافع مثل فطر الخميرة الهام في صناعة الخبز وفطر البنـسيليوم الـذي يحـضر منه المضاد الحيوي (البنسلين) المستخدم في الأغراض الطبية، ومن الفطريات ما هو ضار ويـسبب أمراضـاً للإنسان والحيوان والنبات، كما في فطريات الأصداء التي تسبب صدأ القمح، وفطريات التفحم المسببة لأمراض التفحم في محاصيل الحبوب، وغيرها.

1-3-5 الصفات العامة للفطريات:



شكل (5-5)
تركيب الغزل الفطري في فطر عفن الخبز

أ- الفطريات خالية من صبغة الكلوروفيل.

ب- قـد تكـون الفطـريات وحـيدة الخلـية كـما في فطر الخميرة أو عديدة الخلايا، كما في فطر البنسيليوم.

ج- تـتكون أغلـب الفطـريات مـن خـيوط تـسمى هـيفات(Hyphae) تتفـرع وتتداخل مع بعضها لــتكوّن مـــا يـــسمى بالغـــزل الفطـــري (الميـسيلوم (Mycelium الذي يتكون منه جسم الفطـر، ويمـثل شـكل (5-5) نمـوذجاً لتركـيب الفطر في فطر عفن الخبز.

د- الخيوط الفطرية قد تكون مقسمة بواسطة حواجز عرضية أو غير مقسمة (مدمج خلوي).

هـ- جدار خلية الفطر يتكون من مادة السليلوز المحتوي على عنصر النتروجين.

و- التغذية في الفطريات قسمت تبعاً لمصدر غذائها إلى:

- فطـريات رمـية Saprophytes Fungi: تعـيش هـذه الفطريات على المواد العضوية غير الحية (الأجسام الميتة)، ومن أمثلتها فطر عفن الخبز وفطر الخميرة.
- فطريات متطفلـــة Parasites Fungi: تعيش هذه الفطريات على كائنات حية تستمد منها الغذاء وتلحق بهـــا أضراراً، ومــــن أمـــثلة هــــذا الـــنوع الفطـــر المـــسبب لمـــرض صـــدأ الـــساق الأســـود في القمح (Puccinia graminis tritici).
- فطريات اختياريـــــة Facultative Fungi: هذه الفطريات تبدأ حياتها كفطريات مترممة وعند الضرورة تعيش متطفلة، كما في الفطر المسبب لمرض اللفحة المتأخرة في البطاطس (Phytophthora infestans).
- فطـريات تكافلـية Symbiotic Fungi: تعـيش بأسـلوب تكـافلي وتبادل منفعة مع غيرها، ومن أمثلتها المـشاركة بـين هـيفات بعـض أنـواع الفطـريات وجـذور النـباتات الـراقية، وتعـرف باسـم جـذر فطـر (Mycorrhiza) أو المـشاركة بـين فطر وطحلب كما في الأشنة (Lichens)، ففي الأشنة مثلاً يزود الفطـر الطحلـب بالمـاء الـذي يمتـصه الفطـر من البيئة ويقوم الطحلب بالبناء الضوئي ويزود الفطر بالمواد

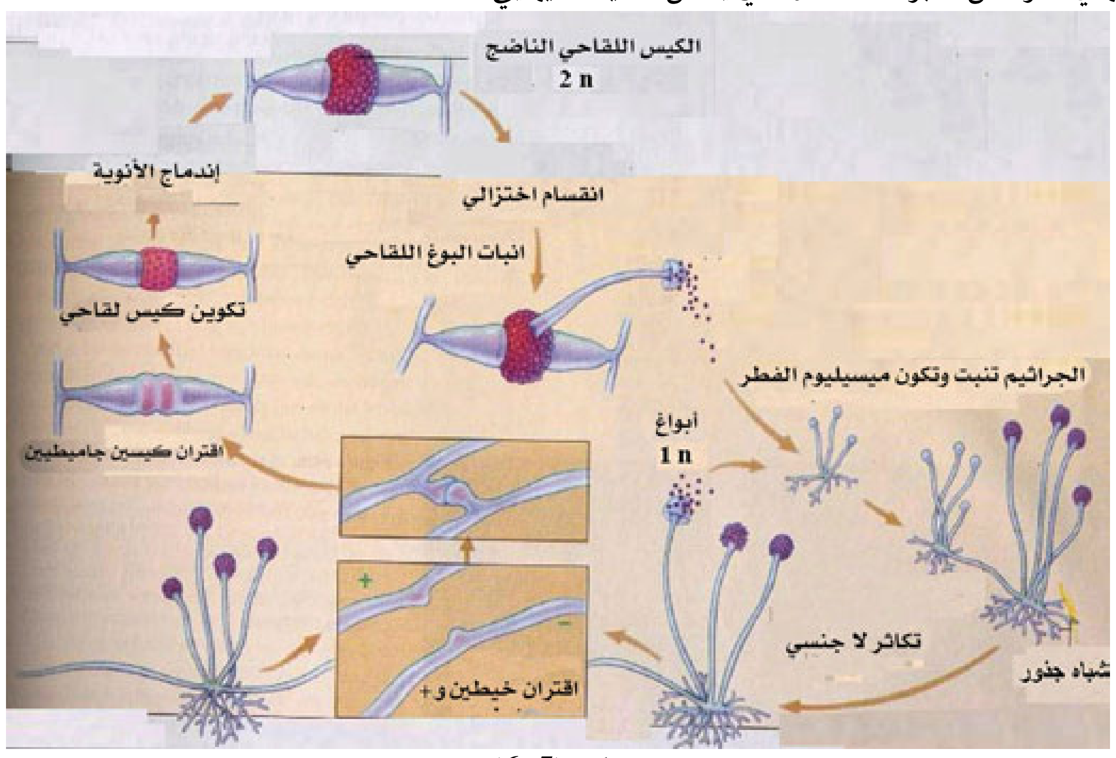
الكربوهيدراتية، ويسمى التركيب المكون من الفطر والطحلب (بالأشنة). وينتمي الفطر المشارك في تركيب الأشنة غالباً إلى قسم الفطريات الأسكية، وأحياناً إلى قسم الفطريات البازيدية، وينتمي الطحلب المشارك إلى قسم الطحالب الزرقاء المخضرة أو إلى قسم الطحالب الخضراء.

5-3-2 التكاثر في الفطريات:

تتكاثر الفطريات بطريقتين كما يلي:

أولا- التكاثر الجنسي:

كما في فطر عفن الخبز (5- 6) والذي يمكن تلخيصه فيما يلي:



شكل (5-6)

دورة حياة فطر عفن الخبز

أ- يحدث التكاثر الجنسي باقتران خيطين تكاثريين لسلالتين من الفطر يرمز لهما بـ (+) و (-) فينتج عن هذا الاقتران كيسين جاميطيين بكل منهما عدد من الأنوية أحادية المجموعة الكروموزومية (1n).

ب- تندمج هذه الأنوية لتكّون الزيجوت الذي يكون حوله جداراً سميكاً فيسمى بالبوغ اللقاحي الناضج (Zygosporangium) و الذي يمكنه أن يبقى ساكناً لعدة أشهر.

ج- عند توفر الظروف الملائمة يحدث انقسام اختزالي للبوغ اللقاحي الناضج فينبت مكوناً أبواغاً مفردة .

د- تنتشر الأبواغ المفردة وتنبت معطيةً غزلاً فطرياً لتبدأ مرحلة أخرى من التكاثر اللاجنسي.

ثانياً- التكاثر اللاجنسي:

تعتبر هذه الطريقة من الطرق الأكثر أهمية لتكاثر الفطريات وتنقسم إلى الأنواع الآتية:

أ- التجزئة: وفي هذا النوع من التكاثر تتجزأ هيفات الفطر إلى مكوناتها الخلوية.

ب- الانشقاق: حيث تنشق الخلية إلى خليتين، كما في فطر الخميرة.

ج- التبرعم: يظهر البرعم في الخلية الأم، وتنقسم نواة الخلية الأم إلى نواتين تنتقل النواة الصغرى إلى البرعم وينتقل إليه جزء من السيتوبلازم، ثم ينفصل البرعم مكوناً فرداً جديداً مثل فطريات التفحم.

3-3-5 تقسيم الفطريات:

صنف العالم بولد (Bold) 1987م الفطريات إلى ثلاثة أقسام في مملكة مستقلة كما يلي:

أ- الفطريات الهلامية البلازمودية: تتكون أجسام هذه الفطريات من بروتوبلاست عارٍ خلال مراحل النمو الخضري، وتتشكل على هيئة كتلة هلامية متعددة النويات.

ب- الفطريات السوطية: تتميز هذه الفطريات بوجود جراثيم لها أسواط في مرحلة من مراحل حياتها.

ج- الفطريات اللاسوطية: تخلو هذه الفطريات تماماً من الخلايا السوطية، وتعرف فطريات هذا القسم بالفطريات الراقية لأنها أكثر تعقيداً من الناحية التركيبية عن الفطريات الأخرى. وفي دراستنا هذه سوف نتناول فقط قسم الفطريات اللاسوطية والذي يضم تحته أربعة أقسام (Subdivisions) هي:

أولاً- الفطريات الزقية Ascomycetes:

يكون الميسيليوم فيها مقسماً، وينتج عن التكاثر الجنسي جراثيم زقية عددها ثمانية تنشأ داخل وعاء يسمى الزق، وتتكاثر هذه الفطريات لا جنسياً بتكوين جراثيم كونيدية. تسبب بعض الفطريات الزقية أمراضاً للنبات مثل مرض البياض الدقيقي، وبعضها نافع مثل فطريات الخميرة وفطريات البنسيليوم.

ثانياً- الفطريات البازيدية Basidomycetes:

يكون الميسيليوم فيها مقسم بحواجز عرضية، وتتكاثر جنسياً عن طريق الجراثيم البازيدية التي يكون عددها أربعة في الغالب، وتكون هذه الجراثيم محمولة على انتفاخ يسمى الحامل البازيدي الذي يكون إما مقسماً أو غير مقسم، ومن أمثلة هذه الفطريات فطريات المشروم وفطريات صدأ الساق الأسود على نبات القمح.

ثالثاً- الفطريات الزيجية Zygomycetes:

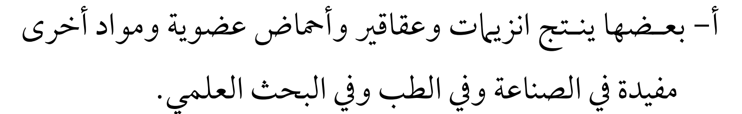
سُميت الفطريات الزيجية بهذا الاسم لأنها تكون أثناء التكاثر الجنسي جراثيم تزاوجية (Zygospore) ذات جدار سميك ومقاوم لظروف الجفاف، وتكون هيفاتها غير مقسمة (مدمج خلوي) وجراثيمها عديمة الأسواط ومن هذه الفطريات فطريات عفن الخبز.

رابعاً- الفطريات الناقصة Deuteromycetes:

وهي مجموعة من الفطريات غير المتجانسة، يكون فيها الغزل الفطري (الميسيليوم) مقسماً، وتتكاثر لا جنسياً بواسطة الكونيدات، وسُميت بالفطريات الناقصة بسبب عدم حدوث التكاثر الجنسي فيها، ومن أمثلة هذه الفطريات فطريات بوترايتس فابا ساردينا (Botrytis faba sardina) الذي يسبب مرض التبقع البني في الفول.

5-3-4 الأهمية الاقتصادية للفطريات:

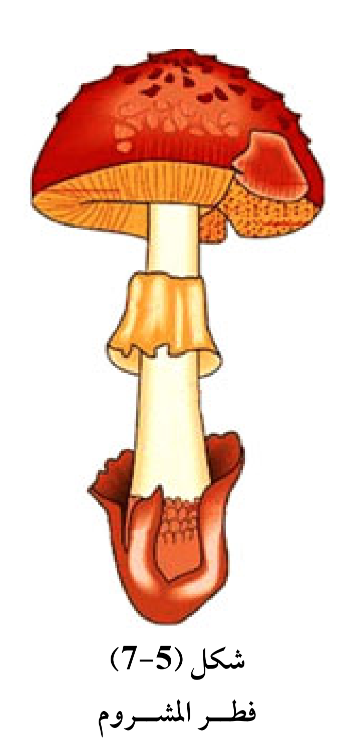
بالرغم من ارتباط اسم الفطريات بالجانب الضار لما تسببه بعضها من أمراض للإنسان والحيوان والنبات، وتسبب بعضها تعفن للأخشاب والمنتجات الخشبية والجلود والأقمشة والمواد الغذائية، فإن لها جوانب أخرى مفيدة، منها ما يلي:



أ- بعضها ينتج انزيمات وعقاقير وأحماض عضوية ومواد أخرى مفيدة في الصناعة وفي الطب وفي البحث العلمي.

ب- بعضها يؤكل عن طريق الإنسان مثل فطريات المشروم (شكل 5-7)، كما أن بعضها الآخر يضفي على الجبن نكهة خاصة.

ج- تحافظ على خصوبة التربة من خلال قيامها بتحليل أجسام الكائنات الميتة وروث الحيوانات.



شكل (5-7)
فطر المشروم

5-4 الطحالب Algae:

الطحالب عبارة عن نباتات ثالوسية بسيطة التركيب تتميز باحتوائها على مادة الكلوروفيل الخضراء، فهي ذاتية التغذية.

5-4-1 أهم صفات الطحالب:

أ- الطحالب أساساً نباتات مائية والقليل منها يعيش على التربة الرطبة وقلف الأشجار والصخور.

ب- تحتوي نباتاتها على الكلوروفيل وتقوم بعملية البناء الضوئي.

ج- للطحالب ألوان مختلفة بسبب وجود أصباغ مختلفة مساعدة لعملية البناء الضوئي.

د- تتكون الطحالب من خلية مفردة أو مجموعة خلايا في مستعمرات، وقد يكون الطحلب عديد الخلايا بشكل خيطي متفرع أو غير متفرع قد يصل طول بعضه إلى عدة أمتار.

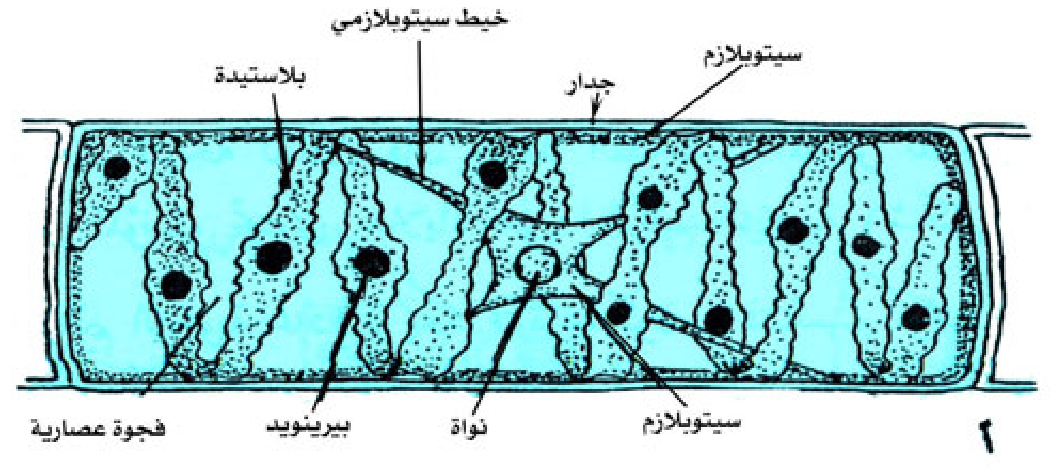
هـ- تتكاثر الطحالب لا جنسياً بالانقسام الثنائي وتتكاثر جنسياً بواسطة الأمشاج.

5-4-2 تقسيم الطحالب:

تقسم الطحالب إلى عدة أقسام أهمها ما يلي:

أولاً- قسم الطحالب الخضراء **Cholorophyta**:

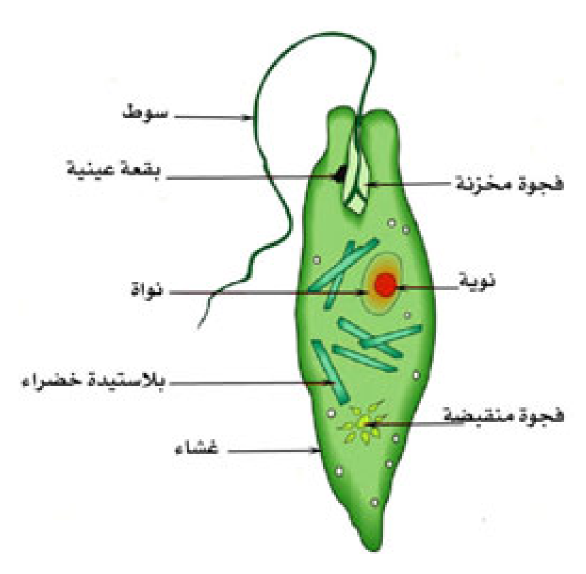
وسميت بذلك بسبب لونها الأخضر لاحتوائها على اليخضور (كلوروفيل- ب) ونباتاتها وحيدة الخلية مفردة أو على هيئة مستعمرات أو عديدة الخلايا، والخلايا تحتوي على شبكة اندو بلازمية وأجسام جولجي والأنوية محاطة بأغشية محددة، وتتكاثر الطحالب الخضراء لا جنسياً بالانقسام الخلوي أو التجزؤ، وجنسياً باتحاد الأمشاج، ويوضح الشكل (5-8) تركيب طحلب اسبيروجيرا كمثال للطحالب الخضراء.



شكل (5-8)
تركيب طحلب اسبيروجيرا

ثانياً- الطحالب اليوجلينية (السوطية) **Euglenophta**:

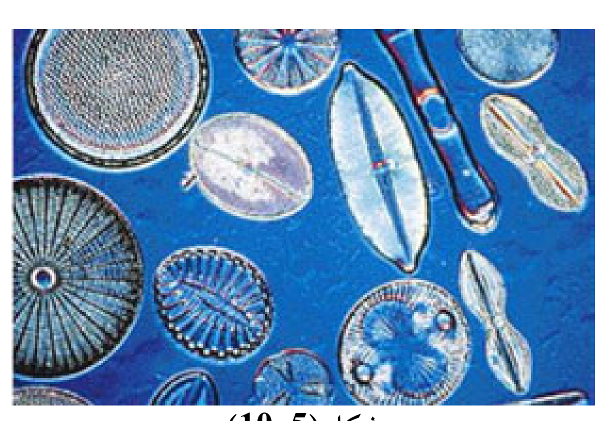
نباتات هذا القسم وحيدة الخلية غالباً، ومثال ذلك طحلب اليوجلينا الموضح في شكل (5-9). وهناك أيضاً أنواع قليلة تكّون مستعمرات، وتحتوي خلايا الطحالب اليوجيلينية على أنويات محددة وبلاستيدات خضراء، لذا يكون لونها أخضر، وتتحرك الخلايا بالأسواط، وتتكاثر بالانقسام الخلوي.



شكل (5-9)
طحلب اليوجلينا

ثالثاً- الطحالب الذهبية Chrysophyta:

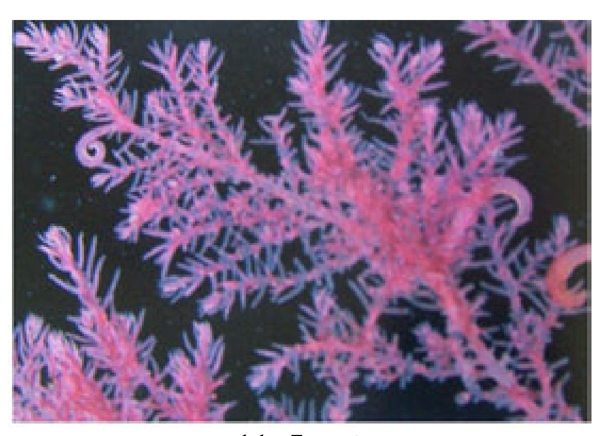
يطلق عليها أيضاً دياتومات، تحتوي خلايا الطحالب الذهبية على تراكيز عالية من الأصباغ الصفراء والبنية، بالإضافة إلى الكلوروفيل (كلوروفيل أ،ج)، ونباتاتها وحيدة الخلية مفردة، ولها أشكال عديدة، كما في شكل (5-10)، وقد تكون عديدة الخلايا تكون مستعمرات، كما تحتوي على بلاستيدات وأنوية محددة، وتتكون الجدر الخلوية من أنصاف متراكبة مشبعة بالسليكا تبدو على شكل علبة وغطائها، وتتكاثر الطحالب الذهبية لا جنسياً بالانقسام الخلوي، وجنسياً عن طريق تزاوج خليتين مختلفتين ينتج عنهما جرثومة -على شكل علبة وغطائها - تنبت مباشرة لتعطي فرداً جديداً.



شكل (5-10)
الطحالب الذهبية (الدياتومات)

رابعاً- الطحالب الحمراء:

تمتاز باحتوائها على صبغة حمراء (شكل 5-11)، وهي نباتات صغيرة الحجم عديدة الخلايا غالباً وتحتوي الخلايا على أنوية وبلاستيدات (كلوروفيل أ،د). تتكاثر هذه الطحالب جنسياً ولا جنسياً. ويوضح الجدول التالي أهم صفات الطحالب المختلفة.



شكل (5-11)
الطحالب الحمراء

ويوضح جدول (5-1) أهم صفات بعض أقسام الطحالب المختلفة.

جدول (5-1)

أهم صفات بعض أقسام الطحالب المختلفة.

القسم	أهم الصبغات	الغذاء المخزن	تركيب الجدار الخلوي	الأسواط	البيئة
1- الطحالب الخضراء	- كلوروفيل أ،ب - كاروتين - زانثوفيل	نشأ	سليلوز+بكتين	أمامية سوطان متساويان	مياه عذبة مياه مالحة
2- الطحالب اليوجلينية	- كلورفيل أ،ب - كاروتين - زانثوفيل	نشأ حيواني ودهون عديمة الذوبان في الماء	لا يوجد جدار صلب	أمامية (1- 3 متساوية)	مياه عذبة مياه مالحة
3- الطحالب الذهبية	- كلورفيل أ،ج - كاروتين - زانثوفيل	زيت ليكو زين	بكتين + سيليكا نادراً سليلوز	لا توجد غالباً وان وجدت تكون أمامية	- مياه عذبة مياه مالحة
4- الطحالب الحمراء	- كلورفيل أ،د - كاروتين - فيكوسيانين - فيكوارثرين	نشأ فلوريدي	سليلوز + بكتين	لا توجد	- مياه مالحة - مياه عذبة أحيانا

5-4-3 الأهمية الاقتصادية للطحالب:

أ- مصدر غذائي للأسماك والأحياء البحرية الأخرى.

ب- تقدم كخضار عند بعض الشعوب كالصينيين واليابانيين.

ج- تعتبر غذاءً للماشية، حيث تحضر منها مواداً علفية للماشية.

د- مصدر لبعض العناصر المعدنية كاليود والبوتاسيوم والمغنيسيوم والبروم.

هـ- تستخرج منها مادة الآجار المستخدمة كوسط زراعي لزراعة البكتيريا عند تشخيص الأمراض البكتيرية، بالإضافة إلى الاستعمالات الاقتصادية الأخرى.

بعـد أن تعـرفت عـلى كل من البكتيريا والفطريات والطحالب لاحظ جدول (5–2) الذي يلخص أهم الفروق الرئيسية بين هذه الكائنات:

جدول (5–2)

مقارنة بين البكتيريا والفطريات والطحالب من حيث أهم المميزات

وجه المقارنة	البكتيريا	الفطريات	الطحالب
1 ـ التغذية	معظمهـا غير ذاتية التغذية، وبعـضها مـترمم، وبعضها طفـيلي وبعــضها يتـبادل المـنفعة مـع النـبات وقليل منها ذاتي التغذية	غـير ذاتـية التغذية، بعضها مـترمم، وبعــضها طفــيلي وبعـضها اختـياري يـترمم ويتحول إلى طفيلي	ذاتـية التغذية، تعيش عيشة مستقلة في الماء
2 ـ الكلوروفيل	عديمة الكلوروفيل	عديمة الكلوروفيل	تحتوي على الكلوروفيل
3 ـ التركيب	كلها وحيدة الخلية	بعــضها وحــيد الخلــية ومعظمهــا يكــون خـيوطاً عديدة الخلايا	بعــضها وحــيد الخلــية وأغلبها عديدة الخلايا
4ـ التنفس	بعـضها هوائـية، وبعـضها تعيش في وجود الأكسجين أو في غيابه.	يتــنفس بعــضها هوائــياً وبعضها لا هوائياً	كلهــا تتــنفس هوائــياً (الأكــسجين الــذائب في الماء)
5ـ التكاثر	تتكاثر لا جنسي	تتكاثر جنسياً ولا جنسياً	تتكاثر جنسياً ولا جنسياً

5-5 النباتات الحزازية: Pryophyta

يـضع بعـض علـماء التقـسيم النـباتات الحزازية، والنباتات التيريدية، وأحياناً عاريات البذور في مجموعة واحدة تـسمى الأرشـيجونيات، وذلـك لوجـود تقـارب كبير في الصفات فيما بينها، وتتميز الأرشيجونيات بصفات عامة مشتركة أهمها:

أ- وجـود عـضو تأنيث، يسمى أرشيجونيوم (Archegonium)، دورقي الشكل عادة، يتكون من جزئيين هما: العـنق والـبطن، يحـتوي الـبطن على خليتين إحداهما كبيرة تسمى البيضة، والأخرى صغيرة تسمى خلية القناة البطنية.

ب- وجـود عـضو تذكـير، يـسمى انثـريديوم (Antheridium)، عديد الخلايا كروي الشكل أو بيضاوي غالباً بداخلـه عـدد مـن الخلايـا المـولدة للجاميـطات الذكـرية (الـسابحات الذكرية) والسابحة الذكرية لها سوطان كرباجان.

1-5-5 الصفات العامة للحزازيات:

أ- جميعها نباتات صغيرة الحجم غالباً يكون طولها من ½ - 4 سم ونادراً ما يزيد طولها عن 20 سم.

ب- لا توجد فيها أنسجة وعائية (الخشب واللحاء).

ج- ليس لها جذور وسيقان وأوراق حقيقية، وإنما توجد بها أشباه جذور وأشباه سيقان وأشباه أوراق تؤدي وظائف تلك الأعضاء.

د- بسبب عدم وجود طبقة الأدمة (Cuticle) عليها، فإنها تتعرض للجفاف بسرعة، لذا تتواجد النباتات الحزازية في الأماكن الرطبة، مما يسمح لها بامتصاص الرطوبة عند توفرها بسرعة عبر جميع الأسطح.

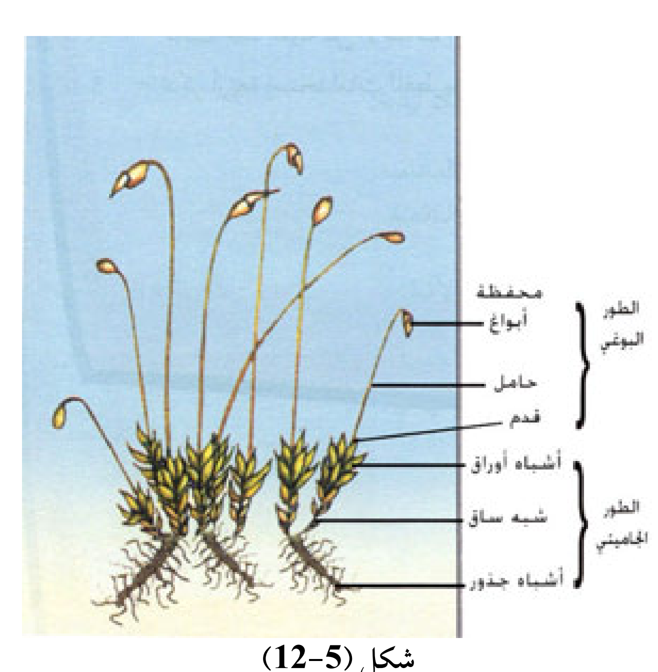
هـ- تتكاثر الحزازيات عن طريق تزاوج الجاميطات داخل أعضاء جنسية عديدة الخلايا، حيث تصل الأمشاج المذكرة إلى عضو التأنيث سابحة في الماء، وبدون وجود الماء كوسط لا تنجح عملية التلقيح والإخصاب.

و- تتكاثر الحزازيات لا تزاوجياً بتجزئة النبات إلى أجزاء مستقلة، فينمو كل جزء مكوناً نباتاً جديداً، وقد تتكاثر بتكوين نموات كأسية الشكل تسمى جيما (Gema)، حيث تنفصل الجيمات، وتحملها الرياح، وعند سقوطها في مكان منا سب تنبت لتكون نباتاً جديداً، وتقسم النباتات الحزازية إلى الأقسام التالية:

- حزا زيات قائمة:

نبات الفيونا ريا (Funaria) الموضح في الشكل (5-12) مثال للحزا زيات القائمة.

يتكون نبات الفيوناريا من شبه ساق قائمة يبلغ طولها 2 سم تقريباً، تنمو من قاعدة شبه الساق خيوط رفيعة، تسمى أشباه جذور (Rhizoids)، تثبت النبات وتمتص الماء والأملاح من التربة، أما أشباه الأوراق تلتف حلزونياً على الساق، وهي صغيرة الحجم، وتتكون من طبقة واحدة من الخلايا ولها عرق وسطي مميزولا تحتوي على أنسجة وعائية .



شكل (5-12)

نبات الفيوناريا (Funaria)

- **حزا زيات منبطحة:**



شكل (5-13)

نبات الريشيا (Riccia)

نبات الريشيا (Riccia) الموضح في شكل (5-13) مثال للحزا زيات المنبطحة.

يتركب نبات الريشيا من جسم (ثالوسي) أخضر رقيق ومنبطح على سطح التربة يتفرع تفرعاً ثنائياً، وهو مثبت بالتربة بأشباه جذور وحيدة الخلية، وحراشيف ورقية عديدة الخلايا تخرج من سطحه السفلي، ومع استمرار نمو وتفرع النبات تموت الأجزاء المسنة في أماكن التفريع مما يسبب انفصال كل فرع إلى نبات مستقل.

ويوضح جدول (5-3) الفروق الهامة بين الحزازيات القائمة والحزازيات المنبطحة.

جدول (5-3)

مقارنة لبعض الصفات بين الحزازيات القائمة الحزازيات المنبطحة

م	الحزازيات القائمة	الحزازيات المنبطحة
1	يتركب جسم النبات من محور صغير رفيع قائم يشبه الساق	يتركب جسم النبات من جسم أخضر صغير منبطح على سطح التربة
2	أشباه الجذور عديدة الخلايا	أشباه الجذور وحيدة الخلية
3	الأوراق مرتبة حلزونياً بمحاذاة المحور	في حال وجود الأوراق فإنها تترتب في صفوف (صفان جانبيان وصف وسطي)
4	قد تكون للأوراق عروق وسطية	الأوراق بدون عروق وسطية

5-5-2 الأهمية الاقتصادية للنباتات الحزازية:

أ- توفر الغذاء لبعض الحيوانات البرية.

ب- تفتت الأسطح الصخرية مما يساعد على تكوين التربة.

ج- تقلل من تعرية التربة، وتزيد المواد العضوية في التربة.

د- تستخدم في صناعة مواد التغليف والعقاقير الطبية ومواد مضادة للبكتيريا.

هـ- تستخدم في صناعة الضمادات الطبية لقدرتها على امتصاص الماء والسوائل الأخرى والاحتفاظ بها.

و- تضاف للتربة لزيادة احتفاظها بالماء.

6-5 النباتات التيريدية (السراخس): Pterophyta

تنتشر النباتات التيريدية في بيئات مختلفة رطبة أو جافة وأغلب أنواعها توجد في المناطق الباردة الرطبة الظليلة.

1-6-5 الصفات العامة للنباتات التيريدية:

أ- أغلب النباتات التيريدية عشبية والقليل منها شجرية أو شجيرية.

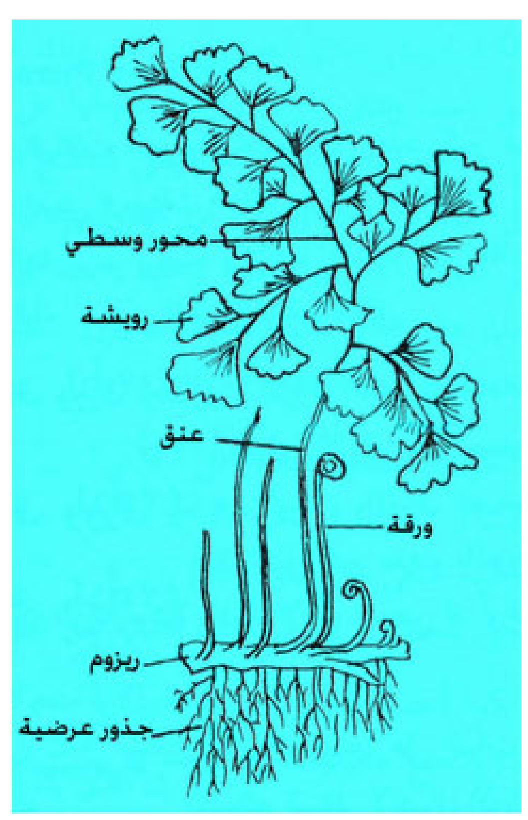
ب- لها جذور وسيقان وأوراق حقيقية كما أن لها حزم وعائية مميزة وواضحة.

ج- يتكون النبات السرخسي من ساق (ريزومية) أرضية تعطي جذوراً عرضية إلى أسفل وأوراق إلى أعلى، وتختلف أشكال الأوراق في التيريديات (السراخس)، فالغالبية على هيئة أوراق كبيرة الحجم مركبة ريشية، تعرف بالورقة السرخسية (Fronds)، وبعض النباتات تكون أوراقها بسيطة.

د- تحمل الأوراق حوافظ جرثومية في مجاميع منفصلة تسمى كل منها بثرة، وتوجد البثرات على حواف الأسطح السفلى للأوراق.

هـ- يوجد الخشب الابتدائي واللحاء الابتدائي في جميع أعضاء النبات، أما الأنسجة الثانوية تكون معدومة لعدم وجود الكامبيوم الوعائي.

و- تتكاثر السرخسيات خضرياً عن طريق الساق الأرضية (الريزومة) عند انفصال أجزاء منها، وفي بعض الأنواع تتكون نباتات جديدة من أطراف أوراقها المستطيلة عندما تلامس التربة كما في سرخس اسبيلينيوم رايزوفيلم (Asplenium rhizophyllum)، وتتكاثر جنسياً عن طريق الجراثيم التي تسبح في الماء حتى تصل إلى البويضات.



شكل (5-14)
نبات كزبرة البئر

يعتبر نبات كزبرة البئر (Adiantum sp.)، شكل (5-14)، مثالاً شائعاً للسرخسيات في بيئتنا المحلية، إذ يتكون نبات كزبرة البئر من ساق ريزومي، تحت سطح التربة، يتفرع بغزارة، وتتكون عليه جذور عرضية كثيرة، و تخرج من هذا الساق أوراق مركبة ريشية خضراء اللون لا توجد في آباطها براعم، وتتميز الورقة في صغرها بالتفافها عند الطرف التفافاً حلزونياً، وتتكاثر كزبرة البئر بواسطة الجراثيم التي تتكون في بثرات جرثومية على السطح السفلي للأوراق، ووجود الماء ضروري لعملية التلقيح والإخصاب، لذلك تعيش كزبرة البئر في البيئات الرطبة.

2-6-5 الأهمية الاقتصادية للنباتات التريدية:

أ- تزرع كنباتات زينة لجمال مجموعها الخضري.

ب- ساهمت السراخس الشجرية المنقرضة في تكوين مناجم الفحم.

7-5 النباتات المخروطية Coniferophyta

تنتمي النباتات المخروطية إلى عاريات البذور (Gymnosperms)، وسميت عاريات البذور بهذا الاسم لأن بذورها غير محفوظة داخل غلاف ثمري كما في النباتات مغطاة البذور، فتكون البذور هنا عارية على الحرشفة الكربلية.

1-7-5 الصفات العامة للنباتات المخروطية:

أ- معظمها أشجار والقليل منها شجيرات مستديمة الخضرة عادةً.

ب- مجموعها الجذري كبير عادةً.

ج- لها سيقان رئيسية تعطي فروعاً جانبية تظهر غالباً بشكل مخروطي.

د- أوراق المخروطيات إبرية الشكل أو حرشفية جافة لها القدرة على الاحتفاظ بالماء.

هـ- تراكيبها التكاثرية عبارة عن مخاريط مذكرة ومخاريط مؤنثة، ويتم التلقيح بواسطة الرياح التي تسبب سقوط حبوب اللقاح على البويضات مباشرةً.

- **نباتات الصنوبر Pinus**:

من أهم ما يُميز النباتات التابعة لجنس الصنوبر ما يلي:

أ- جنس الصنوبر أكبر أجناس النباتات المخروطية وأكثرها انتشاراً، إذ تنمو نباتاته على هيئة أشجار و شجيرات، مكونة غابات كثيفة تتوزع في المناطق الرطبة الباردة من نصف الكرة الشمالي.

ب- جذر هذه النباتات ابتدائية وتدية كبيرة ومتفرعة.

ج- الساق مخروطية تغطى بقلف، ينتهي الساق ببرعم طرفي كبير، وتحمل الساق نوعين من الفروع، فروعاً طويلة وفروعاً قزمية، توجد على الفروع الطويلة أوراق حرشفية دقيقة تظهر في آباطها الفروع القزمية، تحمل الفروع القزمية أوراق إبرية مرتبة حلزونياً في مجاميع من 2-5، تبعاً للنوع، وتغلف قواعد الأوراق بغلاف حرشفي.

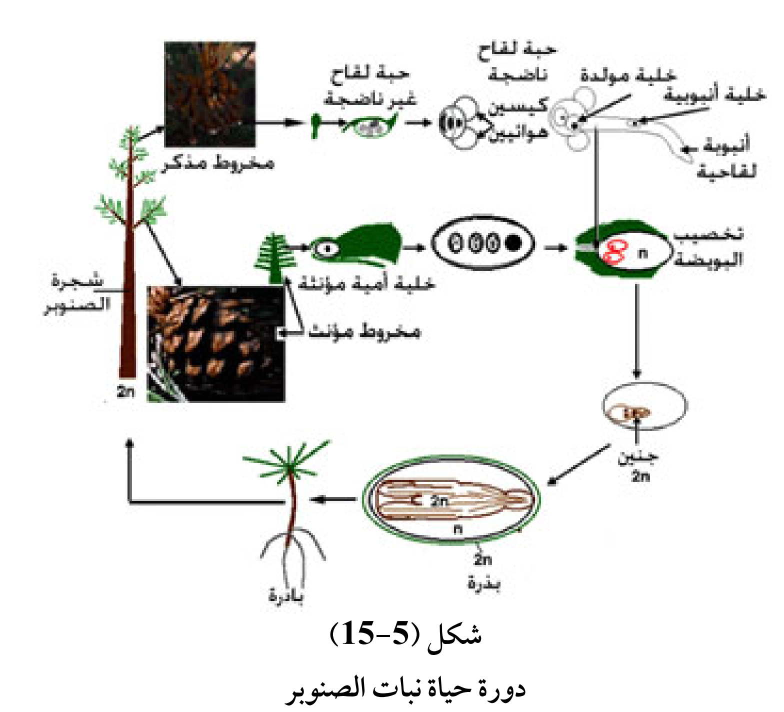
د- الصنوبريات نباتات وحيدة المسكن، توجد فيه كل من المخاريط المذكرة والمخاريط المؤنثة على نفس النبات.

• **دورة حياة نبات الصنوبر:**

يوضح شكل (15-5) دورة حياة نبات صنوبري تحمل أشجاره نوعين من المخاريط، إحداها ذكرية، صغيرة الحجم، والأخرى أنثوية، كبيرة الحجم، ويمكن تتبع دورة حياة نبات الصنوبر من خلال معرفة كل من المخاريط المذكرة والمؤنثة و الإخصاب كما يلي:

أولاً: المخاريط الذكرية Male cone:

وتوجد عند نهايات الفروع السفلية للنبات، ويتكون المخروط المذكر من عدد كبير من الحراشيف الجرثومية الذكرية (Microsporophyllus) تترتب حلزونياً على محور المخروط، وتوجد على السطح السفلي للورقة الجرثومية محفظتان جرثوميتان صغيرتان (Microsporongia) أو أكثر تحتوي على عدد من الخلايا الجرثومية الذكرية الأمية (Microspore mother cells). تنقسم خلايا الحافظة الجرثومية انقساماً اختزالياً ينتج عنه أربعة جراثيم ذكرية (Microspores) أحادية المجموعة الكروموسومية (n)، بعد ذلك تنقسم نواة الجرثومة انقسامين متساويين، فتتكون حبة لقاح غير ناضجة بداخلها أربع خلايا.



شكل (15-5)
دورة حياة نبات الصنوبر

تتحلل اثنتان منها، وتبقى خلية مولدة (Generative cell) وأخرى أنبوبية (Tube cell)، وتكون حبات اللقاح خفيفة تحمل كيسين هوائيين ليسهل انتشارها.

ثانياً: المخاريط الأنثوية Female cone:

يتركب المخروط الأنثوي من محور وسطي تترتب عليه حلزونياً نموات جانبية ذات تركيب مزدوج، إحداها (الأصغر) جلدي يعرف بالحرشفة القنابية التي تتصل مباشرةً بالمحور الوسطي، أما الجزء الآخر (الأكبر) فهو خشبي ويعرف بالحرشفة البويضية، وتتكون على السطح العلوي للحرشفة القنابية، وتحمل الحرشفة البويضية على سطحها العلوي بويضتين ملاصقتين للمحور.

ثالثاً: الإخصاب:

تنـتقل حبوب اللقاح من المخروط المذكر إلى المخروط المؤنث فتنطبق الأوراق الجرثومية الأنثوية على حبوب اللقـاح فتـبدأ الخلـية الأنبوبـية في كـل حبة لقاح بتكوين أنبوبة لقاح باتجاه الكيس الجنيني لتدخله عن طريق فتحة النقير، وتتم عملية الإخصاب بعد سنة كاملة من التلقيح تقريباً.

خـلال هـذه الـسنة، تنقسم الخلية الجرثومية الأم في الحافظة الجرثومية الأنثوية انقساماً اختزالياً لتكوين أربع خلايا أحادية المجموعة الكروموسومية، تتحلل ثلاث منها وتنمو الرابعة لتكون الجرثومة الأنثوية التي تنقسم عدة انقسامات متساوية لتكّون الطور الجاميطي الأنثوي.

يـتكون داخل الطور الجاميطي الأنثوي عضوان إلى ستة أعضاء أنثوية بداخل كل منها بويضة وتصبح البويضات بعد فترة جاهزة للإخصاب.

تتم عملية الإخصاب بإنقسام الخلية المولدة في حبة اللقاح انقساماً متساوياً إلى خليتين ذكريتين، تنمو أنبوبة اللقاح في الحافظـة الأنـثوية إلى أن تـصل إلى الطور الجاميطي الأنثوي، ويتم إخصاب البويضة بإحدى الخليتين الذكريتين فتتطور البويضة المخصبة لتعطي جنين.

يـنمو الكـيس الجنيني إلى بذرة مكونة من جنين محاط بغلاف ويكّون الجنين جذراَ، و العديد من الأوراق تسمى الفلقات.

2-7-5 الأهمية الاقتصادية للنباتات المخروطية:

تكمن الأهمية الاقتصادية للنباتات المخروطية في كونها:

أ- تنـتج الجـزء الأكـبر مـن احتـياجات الإنسان من الأخشاب ولب الورق، كما تزرع كنباتات للزينة على نطاق واسع.

ب- تعتبر مصادر هامة لكثير من المواد العلاجية ومواد الطلاء والروائح.

ج- ينتج من بعضها مواد غذائية للإنسان.

تقـــويم الوحــــدة الخامســـة

1- ضع دائرة حول رمز الإجابة الصحيحة:

أ- من الصفات المميزة للفيروس:

1- يتكاثر بالانشطار الثنائي. 2- يعيش على المواد المترممة.

3- يتجرثم داخل كبسولة عند الظروف غير الملائمة. 4- يتكون من بروتين وحمض نووي.

ب- الطريقة الأكثر شيوعاً في تكاثر البكتيريا هي:

1- التزاوج الجنسي. 2- تكوين الجراثيم الداخلية.

3- الانشطار الثنائي. 4- تكوين الجراثيم البازيدية.

جـ- من النباتات اللا وعائية:

1- الصنوبريات. 2- النباتات التريدية.

3- السرخسيات. 4- الحزازيات.

د- تحاط الخلية بجدار على شكل علبة وغطائها في:

1- الطحالب الخضراء 2- الطحالب الذهبية.

3- الطحالب الحمراء. 4- الطحالب اليوجلينية.

2- ضع علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة، وعلامة (x) أمام العبارة الخاطئة فيما يأتي:

أ- تحصل البكتيريا غير ذاتية التغذية على الطاقة اللازمة لنشاطها من أكسدة مواد عضوية. ( )

ب- من طرق التكاثر الجنسي في الحزازيات تكوين نموات كأسية الشكل تسمى جيما Gema . ( )

ج- لا توجد في النباتات التيريدية الأنسجة الثانوية (الخشب الثانوي ـ اللحاء الثانوي). ( )

د- في نبات الصنوبر يتم الإخصاب بعد سنة كاملة تقريبا من التلقيح. ( )

3- اشرح مع الرسم تركيب الخلية البكتيرية؟

4- ما هي الأشكال المختلفة للبكتيريا؟ وضح ذلك بالرسم مع كتابة البيانات؟

5- ما هي أهم طرق التكاثر في البكتيريا؟

6- اذكر طرق التغذية في البكتيريا؟

7- اشرح أهمية البكتيريا في الحفاظ على خصوبة التربة؟

9- اذكر الصفات العامة للفطريات؟

10- ما هي طرق التكاثر في الفطريات؟

11- اذكر الصفات العامة لكل من الآتي:

أ- الفطريات الزيجية. ب- الفطريات الزقية.

ج- الفطريات البازيدية. د- الفطريات الناقصة.

12- بين بالرسم طريقة التكاثر الجنسي في فطر عفن الخبز.

13- اذكر بعض الجوانب المفيدة والجوانب الضارة للفطريات.

14- اذكر أهم الصفات العامة للطحالب.

15- بين من خلال جدول أهم الصفات المميزة لكلٍ من أقسام الطحالب التالية:

أ- قسم الطحالب الخضراء. ب- قسم الطحالب اليوجلينية.

ج- قسم الطحالب الذهبية. د- قسم الطحالب الحمراء.

16- اذكر أهم صفات النباتات الحزازية.

17- اشرح مع الرسم تركيب نبات الفيوناريا.

18- علل لما يأتي:

أـ لا يمكن اعتبار أشباه الجذور والمحاور والحراشيف الورقية الشكل في الحزازيات جذوراً أو سيقاناً أو أوراقاً حقيقية.

ب ـ امتصاص وفقد الرطوبة في النباتات الحزازيات يتم بسرعة من جميع أسطح النبات.

19- اذكر أهم صفات النباتات التيريدية (السراخس).

20- كمثال للنباتات السرخسية، صف تركيب نبات كزبرة البئر مع التوضيح بالرسم.

21- تنمو النباتات التيريدية بصورة مميزة في المناطق الرطبة، فسر هذه العبارة.

22- لماذا سُميت النباتات عاريات البذور بهذا الاسم؟

23- اذكر الصفات العامة للنباتات المخروطية.

24- اذكر بعض الجوانب الاقتصادية الهامة للنباتات المخروطية.

الوحدة السادسة

النباتـــــــات الزهريـــــــة

Flowering Plants

أهـــداف الوحـــدة

يتوقع منك بعد الانتهاء من دراستك لهذه الوحدة أن تكون قادراً على أن:

1- تستعرض الصفات العامة للنباتات الزهرية.

2- تتعرف مميزات الفصيلة النجيلية.

3- تتعرف مميزات الفصيلة النجيلية.

4- تتعرف مميزات الفصيلة الفراشية.

5- تتعرف مميزات الفصيلة الباذنجانية.

6-1 الصفات العامة للنباتات الزهرية:

تعتبر النباتات الزهرية (Anthophyta) أكبر مجموعات النباتات الوعائية، وتُعرف النباتات الزهرية بالنباتات مغطاة البذور (Angiosperms)، وذلك لأن بذورها تنضج داخل التركيب المغلق المعروف بالثمرة وتتصف النباتات الزهرية بالصفات العامة التالية:

أ- نباتاتها عبارة عن أشجار وشجيرات وأعشاب.

ب- حيث الأزهار هي أعضاء التكاثر الجنسي، تتكاثر جنسياً عن طريق البذور، ولا جنسياً (خضرياً) عن طريق أجزاء النبات.

ج- تتم عملية التلقيح في النباتات الزهرية عن طريق الحشرات، وقد يحدث أحياناً عن طريق الرياح أو الحيوانات أو الماء.

د- تسقط حبوب اللقاح على المياسم الزهرية، ولا بد لأنابيب اللقاح أن تنمو خلال أنسجة القلم وجدار المبيض حتى تصل إلى البويضات فتخصبها.

هـ- تتميز النباتات الزهرية بالإخصاب المزدوج، حيث تتحد إحدى الأنوية الذكرية مع البويضة لتكوين الجنين وتتحد النواة الأخرى مع الأنوية القطبية داخل الكيس الجنيني لتكوين نواة الأندوسبرم الأولية.

و- الأندوسبرم (الغذاء المدخر في البذرة) في النباتات الزهرية ثلاثي المجموعة الكروموسومية، بينما في عاريات البذوريكون الأندوسبرم أحادي المجموعة الكروموسومية.

ز- يحتوي الخشب على عناصر خشب و أوعية خشب.

ح- يتكون اللحاء من أنابيب غربالية وخلايا مرافقة.

6-2 تقسم النباتات الزهرية:

قُسمت النباتات الزهرية إلى قسمين رئيسين هما:

أ- نباتات ذوات الفلقة الواحدة (Monoctyledonae) .

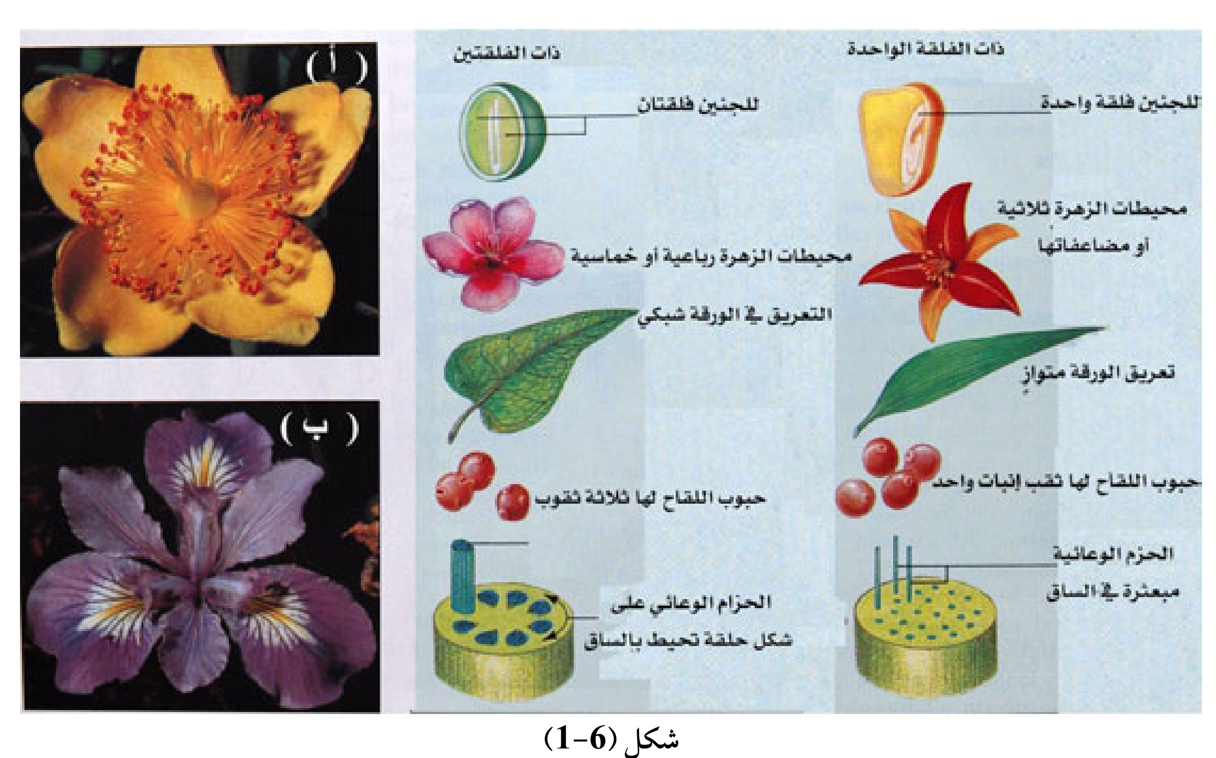
ب- نباتات ذوات الفلقتين (Dicotyledonae).

توجد اختلافات بين نباتات ذات الفلقة الواحدة وذات الفلقتين يمكن إيجازها في كل من جدول (6-1) وشكل (6-1).

جدول (6-1)

أهم الاختلافات بين نباتات ذوات الفلقة الواحدة وذوات الفلقتين

وجه المقارنة	النباتات ذوات الفلقة الواحدة	النباتات ذوات الفلقتين
الجنين	للجنين فلقة واحدة	للجنين فلقتان
البذرة	البذرة اندوسبرمية ويخزن الغذاء خارج الجنين	البذرة غالباً غير اندوسبرمية تختزن الغذاء في الفلقات
الجذر	عرضي ليفي غالباً	وتدي غالباً وقد يتدرن لاختزان المواد الغذائية
الساق	عشبية غالباً، والحزم الوعائية مبعثرة بغير نظام في النسيج الأساسي، ولا يوجد بها كامبيوم إلا في حالات قليلة، وتحوي بعضها سيقاناً أرضية تخزينية على هيئة أبصال أو كورمات أو ودرنات ساقية أو ريزومات	خشبية أو عشبية، والحزم الوعائية في الساق على شكل حلقة بين القشرة والنخاع، وللساق في بعض الأجناس نسيج كامبيوم يعمل على زيادة سمك الساق
الأوراق	بسيطة ونادراً مركبة، ولها أغماد تحيط بالساق، وللأوراق لسين في بعض الأنواع، ونظام التعريق فيها متوازي.	بسيطة أو مركبة، وقد توجد لها أُذينات، وليس لها أغماد، ونظام التعريق فيها شبكي.
محيطات الزهرة	ثلاثية أو مضاعفاتها	ثنائية أو رباعية أو خماسية
حبوب اللقاح	لها ثقب إنبات واحد فقط	لها ثلاثة ثقوب إنبات أو أكثر
غرف الثمرة	ثلاثية	رباعية أو خماسية



شكل (6-1)

الفروق الرئيسية بين نباتات ذوات الفلقتين (أ) ونباتات ذوات الفلقة الواحدة (ب)

6-3 الأهمية الاقتصادية للنباتات الزهرية:

أ- تضم النباتات الزهرية أهم عائلتين نباتيتين هما العائلة النجيلية والعائلة البقولية، حيث ارتبطت جميع الحضارات ارتباطاً وثيقاً بنمو النباتات النجيلية المزروعة التي تنتج وفرة من البذور (الحبوب) مثل القمح والذرة.. إلخ، وكذا العائلة البقولية التي تعتبر أهم مصدر للبروتين النباتي بالإضافة إلى إنتاج الأعلاف.

ب- تمدنا النباتات الزهرية بصورة مباشرة بجميع أنواع الخضروات والفواكه، وبصورة غير مباشرة بالمنتجات الحيوانية الصالحة للأكل، وكذلك تمدنا بالملبس والدواء ومواد الزينة ومواد البناء ومواد الصناعة.

6-4 العائلات النباتية التابعة لقسم النباتات الزهرية:

نظراً لعدم تغير تركيب الزهرة مهما اختلفت الظروف البيئية، فإن تركيب الزهرة يكون دليلاً على ما بين هذه النباتات من صلة وقرابة مهما اختلفت البيئات التي تنمو فيها هذه النباتات، فقد اتخذت الزهرة أساساً لتقسيم النباتات إلى عائلات، وتضم كل عائلة أجناس النباتات التي توجد بينها صفات مشتركة، فنباتات التفاح والفراولة والورد مثلاً تتبع أجناس مختلفة، ولكن بينها صفات مشتركة، ولذا وضعت هذه النباتات في عائلة واحدة هي العائلة الوردية، وعلى هذا الأساس قُسمت النباتات الزهرية إلى عائلات نباتية يتميز بعضها عن البعض الآخر بواسطة الزهرة.

- **القانون الزهري**: هو عبارة عن رموز خاصة متفق عليها تكتب على هيئة معادلة لوصف الزهرة باختصار، وهذه الرموز موضحة في الجدول (6-2):

جدول (6-2)

الزهرة	الرمز
زهرة منتظمة	⊕
زهرة وحيدة التناظر	·/·
زهرة ثنائية الجنس	⚥
زهرة مذكرة	♂
زهرة مؤنثة	♀

محيطات الزهرة	الرمز
الكأس	ك
التويج	ت
الطلع	ط
المتاع	م

إذا كانت الأوراق الزهرية ملتحمة وتوجد في محيط واحد توضع بين قوسين ( )، وإذا زاد عدد وحدات المحيط عن عشرة يرمز لها بالرمز(∞)، وقد يكون المتاع علوياً فيُرمز له بالرمز (مـ̲) أو سفلياً فيرمز له بالرمز (م̅).

المعادلة الزهرية التالية تمثل القانون لزهرة لنبات الفجل.

⊕ ⚥	ك	ت	ط	م̲
	2+2	4	4+2	(2)

تـدل هـذه المعادلـة على أن هذه الزهرة منتظمة خنثى (تحوي أعضاء التذكير والتأنيث معاً)، ويتركب كأسها من أربـع سـبلات منفصلة في محيطين، ويتركب التويج من أربع بتلات منفصلة في محيط واحد والطلع يتكون من ستة أسدية منفصلة في محيطين والمتاع علوي يتركب من كربلتين متحدتين.

- **المسقط الزهري**: هو عبارة عن رسم تخيلي نظري لقطاع مستعرض في البرعم الزهري لتوضيح وضع المحيطات الزهرية بالنسبة لبعضها البعض.
- **القطـاع الطولي للزهرة**:هو رسم تخيلي لقطاع طولي يمر بالمحور الأصلي للزهرة ماراً في المنتصف بكلٍ من المبيض والتخت والقلم، وفيه تُحدد الأجزاء الزهرية الموجودة قرب المحور جهة اليسار والأجزاء البعيدة جهة اليمين.

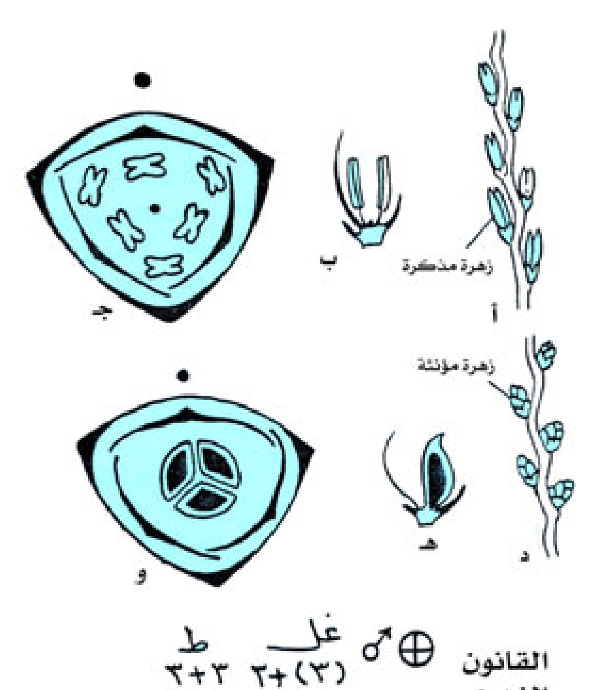
- **أمثلة العائلات النباتية التابعة لقسم النباتات الزهرية:**

سوف نقوم بدراسة أمثلة بعض العائلات النباتية التابعة لقسم النباتات الزهرية نظراً لأهميتها الاقتصادية.

أ- العائلة النخيلية Palmae / Arecaceae

نـباتات هـذه العائلة عبارة عن أشجار عادة لها ساق قائمة كبيرة غير متفرعة إلا في بعض الأنواع كما في نخيل الدوم.

- **الوصف النباتي:**
- **الجذر**: عرضي حيث إن الجذر الابتدائي يموت وتحل محله جذور عرضية.
- **الساق**: قائمـة كبـيرة غير متفرعة إلا في نبات الدوم.
- **الورقة**: مـركبة ريـشية، كـما في نخيل البلح أو بسيطة راحية التعريق كما في نخيل الواشنطونيا (Washingtonia)، وللـورقة غمـد يحـيط بالساق.
- **النورة**: إغريـضية مـركبة مغلفـة، تنشق بنمو محـور الـنورة. ويوضـح الـشكل (6-2) التراكيب الزهرية في العائلة النخيلية.
- **الزهرة**: وحيدة الجنس عادةً كما في نخيل البلح، وقـد تكـون خنثـى كـما في نخـيل اللاتانـيا، ويـتكون الغـلاف الزهـري مـن محيطـين مـن البـتلات كـل محـيط بـه ثـلاث بـتلات غـير ملـتحمة، وقـد تكون بتلات المحيط الخارجي ملتحمة.



(أ) جزء من نورة مذكرة (ب) قطاع طولي في زهرة منكرة
(ج) مسقط زهري لزهرة مذكرة (د) جزء من نورة مؤنثة
(هـ) قطاع طولي في زهرة مؤنثة (و) مسقط زهري لزهرة مؤنثة

شكل (6-2)
التراكيب الزهرية في العائلة النخيلية

- **الطلع**: مكون من ستة أسدية تترتب في محيطين، وقد يقل العدد عن ذلك.
- **المتاع**: مكـون من ثلاث كربلات منفصلة عادة، وقد تكون ملتحمة والقلم قصير يحمل ميسماً واحداً، وبكل كربلة بويضة واحدة، وعادة تنمو كربلة واحدة وتصبح البقية عقيمة أو تسقط.
- **التلقيح**: خلطي بواسطة الرياح أو صناعي بواسطة الإنسان كما في نخيل البلح.
- **الثمرة**: عنبة كما في نخيل البلح أو حسلة كما في نخيل جوز الهند، وتوجد في الثمرة بذرة واحدة اندوسبرمية.

- **الأهمية الاقتصادية:**

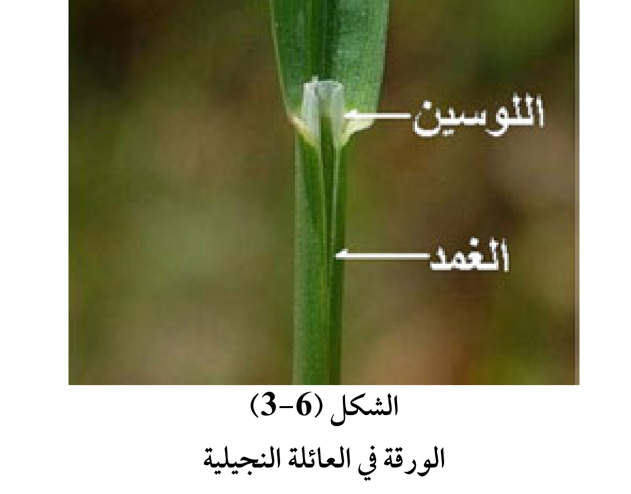
لنـباتات هـذه العائلـة استخدامات عديدة غذائية وصناعية، خصوصاً في الصناعات الحرفية، وتزينيه كزراعة بعضها في الحدائق والميادين وغير ذلك، ومن أهم نباتات هذه العائلة نخيل البلح (Phoenix dactylifera)، ونخيل جوز الهند (Cocos nucifera).

ب- العائلة النجيلية Gramineae / Poaceae

نباتاتها حولية أو معمرة عشبية عادةً والقليل منها ذات سيقان خشبية كما في نبات الغاب Bambo.

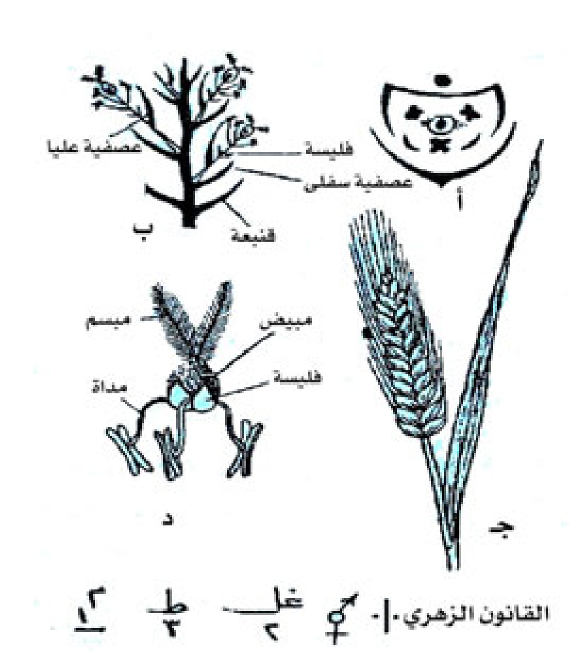
- **الوصف النباتي:**

- **الجـذر**: عـرضي ليفـي ولكثـير، مـن النجيلـيات ريزومات ،رضية.
- **السـاق**: اسطوانية جوفاء ذات عقد مصمتة، وبعض النجيلـيات تكـون سـيقانها مـصمتة كـما في نـباتات قصب السكر والذرة.
- **الورقة**: تتكون الورقة من غمد ونصل وللورقة عادةً أُذيـنات، والغمـد عادةً يحيط بالساق و نصل الورقة شريطـي الـشكل إلى الخـارج ويـوجد عـند مـنطقة اتصال الغمد بالنصل زائدة غشائية أو شعرية تعرف باللسين كما في الشكل (6-3).
- **الـنورة**: سـنبلية مـركبة تـتكون مـن سُنيبلات، وقد تـتكون الـسُنيبلة مـن زهـرة واحـدة، كـما في الأرز والـشعير، وقد تتكون من زهرتين كما في الذرة أو تتكون من عدة أزهار، كما في القمح، وتحاط جميع أزهار كل سنيبلة بقنابتين، تُسمى السفلى منها عادة بالقُنبعة الأولى،وتُسمى العليا بالقنبعة الثانية، ولشكل وقوام وتعريق القنابع أهمية في تقسيم أجناس وأنواع هذه العائلة.



الشكل (6-3)
الورقة في العائلة النجيلية

يوضح الشكل (6-4) التراكيب الزهرية في العائلة النجيلية.



(أ) مسقط زهري (ب) قطاع طولي في سنبلة (ج) سنبلة (د) زهرة.

شكل (6-4)

التراكيب الزهرية في العائلة النجيلية

- **الزهرة**: الزهرة خُنثى عادةً، وقد تكون وحيدة الجنس، كما في الذرة الشامية، وتغلف كل زهرة بقنابتين، الخارجية منها تعرف بالعُصيفة السفلى، وأخرى تُعرف بالعصيفة العليا.
- **الغلاف الزهري**: يتكون عادة من حرشفتين صغيرتين أو ثلاثة حراشف تسمى كل منها فليسة.
- **الطلع**: يتكون من ثلاثة أسدية في محيط واحد، كما في القمح، أو ستة أسدية في محيطين، كما في الأرز، والأسدية طويلة تتحرك عند تعرضها للرياح أو الاهتزاز.
- **المتاع**: يتكون من كربلة واحدة بداخلها بويضة واحدة، ويوجد أعلى المبيض قلمين قصيرين جداً يحملان ميسمين ريشيين.
- **التلقيح**: خلطي بالرياح، وقد يكون ذاتياً لأن بعض الأزهار لا تتفتح إلا بعد إتمام عملية التلقيح، كما في أزهار القمح.
- **الثمرة**: برة والبذرة إندوسبرمية.

- **الأهمية الاقتصادية:**

معظم النباتات التابعة لهذه العائلة تُستخدم كغذاء للإنسان، ومنها القمح(Triticum spp)، والذرة الشامية (Zea mays) والذرة الرفيعة (Sorghum vulgar)، والأرز والشعير والدخن وقصب السكر وغير ذلك، كما تُعتبر هذه العائلة من أهم العائلات النباتية في إنتاج أعلاف الحيوانات بالإضافة إلى الكثير من الاستخدامات الصناعية المختلفة.

ج- تحت العائلة الفراشية Sub Family:Fabaceae

النباتات التابعة لهذه العائلة عبارة عن أعشاب أو شجيرات أو أشجار.

- **الوصف النباتي:**

أغلب نباتات هذه العائلة نباتات عشبية والقليل منها شجيرات وأشجار.

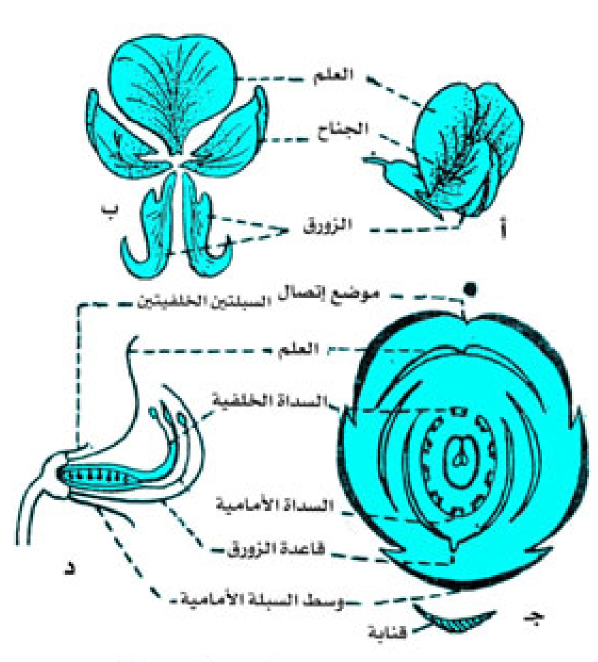
- **الجذر**: وتدي تتكون عليه عُقد جذرية تحتوي على بكتيريا عقدية.
- **الساق**: قائمة والبعض متسلقة كما في نبات البسلة واللبلاب.
- **الأوراق**: مركبة في الغالب ولها أذينات كما في نبات البسلة.
- **الأزهار**: الزهرة خنثى، والأزهار مرتبة في نورات عنقودية.
- **الكأس**: يتركب من خمس سبلات خضراء صغيرة ملتحمة من أسفل وسائبة عند الحواف.
- **التويج**: يتركب من خمس بتلات منفصلة مرتبة كما يلي:

أ ـ بتلة خلفية تسمى العلم وهي أكبر البتلات حجماً.

ب ـ بتلتان جانبيتان تشكلان مايسمى بالجناحين.

ج ـ بتلتان أماميتان ملتحمتان تشكلان ما يسمى بالزورق.

تترتب البتلات من الخارج إلى الداخل من العلم يليه الجناحان ثم الزورق، إذ يحتضن العلم الجناحين، والجناحان يحتضنان الزورق.



(أ) زهرة (ج) المسقط الزهري

(ب) التويج (د) قطاع طولي

شكل (6-5)

التراكيب الزهرية تحت العائلة الفراشية

- **الطلع**: يتركب من عشر أسديات، تلتحم تسع منها لتكوين الأنبوبة السدائية التي تحيط بالمبيض إحاطة تامة، عدا شق صغير تخرج منه السداة الخلفية العاشرة باتجاه العلم.
- **المتاع**: عبارة عن كربلة واحدة، المبيض فيها أنبوبي الشكل يعلوه قلم اسطواني قصير مائل ينتهي طرفه بميسم صغير، ويحتوي المبيض على غرفة واحدة بها عدة بويضات.
- **الثمرة**: قرن.

شكل (6-5) يبين التراكيب الزهرية في تحت العائلة الفراشية.

• **الأهمية الاقتصادية:**

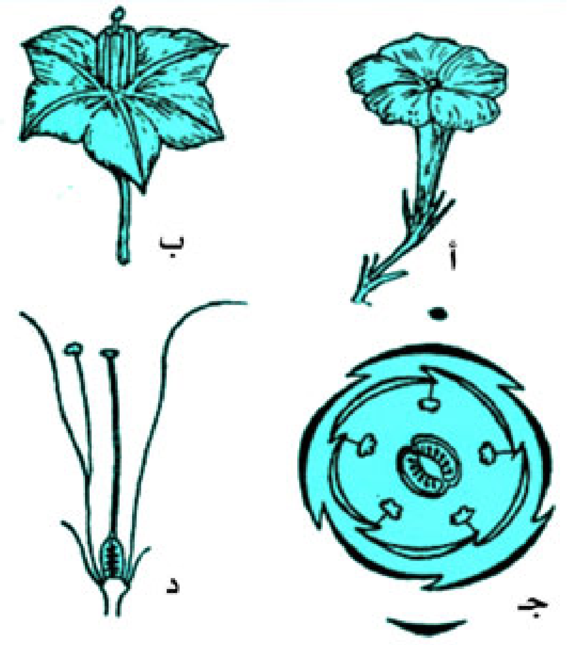
من هذه العائلة نباتات ذات قيمة اقتصادية عالية تستعمل في التغذية مثل الفول والفاصوليا والبسلة واللوبيا والعدس وغيرها، كما أن هذه العائلة تعتبر أكبر مصدر لمحاصيل الأعلاف المستخدمة في تغذية الحيوانات كالبرسيم المصري الحجازي، بالإضافة إلى دور نباتات هذه العائلة في تحسين خصوبة التربة.

د- العائلة الباذنجانية Family: Solanaceae

• **الوصف النباتي:**

العائلة الباذنجانية من العائلات الكبيرة والتي تحتوي على العديد من المحاصيل الاقتصادية الهامة مثل البطاطس والطماطم والفلفل ونباتات اقتصادية أخرى كالتبغ والداتورة وبعض نباتات الزينة كالبتونيا وملكة الليل.

- **الزهرة:** خنثى منتظمة الشكل، تتواجد في نورات محدودة عادةً، وقد تكون الزهرة مفردة.
- **الكأس:** يتكون من خمس سبلات ملتحمة مستيمة تكبر مع الثمر ة عادةَ.
- **التويج:** مكون من خمس بتلات ملتحمة، ويأخذ التويج أشكالاً مختلفة، تُقسم على أساسه الأنواع إلى أجناسها المختلفة تحت هذه العائلة.
- **الطلع:** مكون من خمسة أسدية عادةً متبادلة مع البتلات، وقد تتفتح بشكل طولي، كما في جنس البطاطس (Solanum).
- **المتاع:** مكون من كربلتين ملتحمتين والمبيض ذو حجرتين به عدد من البويضات.
- **التلقيح:** خلطي عادةً ويتم بواسطة الحشرات، وقد يكون التلقيح ذاتي كما في الطماطم.
- **الثمرة:** عنبة كما في الطماطم أو علبة كما في الداتورة.



(أ) زهرة البتونيا (ج) مسقط زهري لزهرة البتونيا

(ب) زهرة الطماطم (د) مقطع طولي لزهرة البتونيا

شكل (6-6)

التراكيب الزهرية في العائلة الباذنجانية

شكل (6-6) يبين التراكيب الزهرية في العائلة الباذنجانية.

• **الأهمية الاقتصادية:**

من النباتات الاقتصادية الهامة التابعة لهذه العائلة محاصيل خضر كالطماطم والفلفل والبطاطس، والباذنجان، ونباتات زينة مثل البتونيا وبعض أنواع جنس التبغ.

تقـــويم الوحـــــدة السادســة

1- ضع دائرة حول رقم الإجابة الصحيحة:

أ- تقسم النباتات إلى عائلات بدرجة أساسية بناءً على:

1- التركيب التشريحي للنباتات. 2- تركيب الزهرة.

3- الشكل الظاهري. 4- عدد الكروموسومات.

ب- ينتمي نبات البرسيم الحجازي إلى:

1- معراة البذور 2- مغطاة البذور

3- النباتات اللا بذرية 4- النباتات اللا وعائية.

ج- يحدث التلقيح في النباتات الزهرية بصورة رئيسية عن طريق:

1- الرياح 2- الحشرات

3- الماء 4- الحيوانات الثديية.

د- نباتات العائلة النخيلية عادةً عبارة عن:

1- أشجار 2- أعشاب

3- شجيرات 4- (1 ، 2 ، 3).

2- ما المقصود بمغطاة البذور؟

3- اذكر الصفات العامة للنباتات الزهرية.

4- قارن في جدول بين نباتات ذات الفلقة الواحدة ونباتات ذات الفلقتين.

5- ما هي أهم الجوانب الاقتصادية للنباتات الزهرية؟

6- علل لما يأتي:

- يتخذ تركيب الزهرة كأساس لتقسيم النباتات الزهرية إلى عائلات نباتية.

7- اشرح تركيب زهرة تابعة للعائلة النخيلية مع رسم مسقطها الزهري وكتابة قانونها الزهري.

8- صف تركيب زهرة القمح كزهرة تابعة للعائلة النجيلية مع رسم مسقطها الزهري وكتابة قانونها الزهري.

9- اذكر الوصف النباتي لتحت العائلة الفراشية مع كتابة معادلتها الزهرية ورسم مسقطها الزهري.

10- اذكر الأهمية الاقتصادية للعائلة الباذنجانية.

الوحدة السابعة

التكاثر في النباتات الزهرية

قال تعالى:

﴿ وَهُوَ ٱلَّذِىٓ أَنزَلَ مِنَ ٱلسَّمَآءِ مَآءً فَأَخْرَجْنَا بِهِۦ نَبَاتَ كُلِّ شَىْءٍ فَأَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُّخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُّتَرَاكِبًا وَمِنَ ٱلنَّخْلِ مِن طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَجَنَّٰتٍ مِّنْ أَعْنَابٍ وَٱلزَّيْتُونَ وَٱلرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَٰبِهٍ ۗ ٱنظُرُوٓا۟ إِلَىٰ ثَمَرِهِۦٓ إِذَآ أَثْمَرَ وَيَنْعِهِۦٓ ۚ إِنَّ فِى ذَٰلِكُمْ لَءَايَٰتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ ﴾ صدق الله العظيم

[الأنعام:99].

أهـــداف الوحـــدة

يتوقع منك بعد الانتهاء من دراستك لهذه الوحدة أن تكون قادراً على أن:

1- تميز الأشكال المختلفة للأجزاء الزهرية.

2- تميز بين التكاثر اللاجنسي (الخضري) والتكاثر الجنسي.

3- تميز بين التلقيح الذاتي والتلقيح الخلطي في الأزهار.

4- تتعرف على كيفية حدوث عملية الإخصاب في النباتات الزهرية.

5- تتعرف على الأشكال الأساسية للنورات.

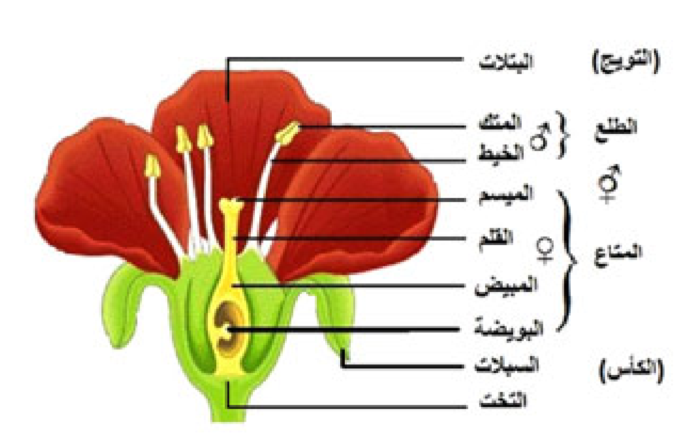
6- تتعرف على الأنواع المختلفة للثمار.

مُقَــدِّمَة :

وهـب الله سـبحانه وتعـالى الكائـنات الحـية، حيوانـية كانـت أو نباتـية، قدرات تمكنها من المحافظة على بقائها واسـتمرار أنـواعها وذلـك عن طريق عملية التكاثر. فالتكاثر هو قدرة الكائن الحي على إنتاج أفراد جديدة شبيهة بالآباء لغرض الحفاظ على النوع.

1-7 تركيب الزهرة Flower Structure:

تعـرّف الزهـرة من الناحية النباتية بأنها ساق مختـزلة الـسلاميات متحورة، لغرض التكاثر، تسمى بالتخت وتحمل عقدها المتقاربة الأوراق الزهـرية المتحورة، المحمولة في مجموعات مميزة تسمى كل منها بالمحيط الزهري. وتتميز الزهرة عادةً بوجود أربع محيطات زهرية (شكل7-1) تترتب من الخارج إلى الداخل كما يلي:



شكل (7-1)

الأجزاء الزهرية في النباتات مغطاة البذور

أ- الكـــأس Calyx:

يتكون الكأس من أوراق متحورة خضراء اللون عادةً، تسمى سبلات (Sepals)، توفر الحماية لمكونات الزهرة الأخرى خلال تكشفها ونموها من البرعم الزهري، وقد يوجد تحت (كأس) في بعض الأنواع النباتية كما في بعض أفراد الفصيلة الخبازية.

ب- التويــج Corolla:

يـتكون مـن بتلات (Petals)، عبارة عن أوراق متحورة، رهيفة التكوين ذات ألوان زاهية عادةً، تحيط بأعضاء التذكـير والتأنـيث في الزهرة، وتعمل على جذب الحشرات إلى الزهرة لتساعد على إتمام عملية التلقيح الخلطي بين الأزهار.

ج- الطلــع Androecium:

يُمـثل الطلـع أعـضاء التذكـير في الزهرة، ويتكون من وحدات تسمى بالأسديات (Stamens)، وتتكون كل سـداة عـادة مـن جـزء رفيع يعرف بالخيط (Filament) يحمل عند قمته جزءاً منتفخا يسمى المتك (Anther)، تتكون بداخلة حبوب اللقاح (Pollen grains) التي تحتوي على الأمشاج المذكرة (Mail gametes).

د- المتـــاع Gynoecium:

يمثل المتاع عضو التأنيث الذي تتكون بداخله الأنوية الأنثوية، ويتركب من عدد من الأوراق المتحورة تعرف الـواحدة مـنها بالكـربلة، وتـتركب الكـربلة عـادةً مـن ثلاثـة أجـزاء واضـحة، جـزء قاعـدي منـتفخ يـسمى المبـيض (ovary) تنشأ بداخله البويضات (Ovules) ويحمل المبيض عضواً رفيعاً يسمى بالقلم (Style) يحمل في قمته الميسم (Stigma) وهو الجزء المهيأ لاستقبال حبوب اللقاح.

- ما الفرق بين الزهرة الكاملة والزهرة غير الكاملة؟

- **الفرق بين الزهرة الكاملة والزهرة غير الكاملة:**

تتميـز الزهـرة الكاملة (الزهرة الخنثى Bisexual) بوجود المحيطات الزهرية الأساسية، وهما الطلع والمتاع في نفـس الزهرة، كما في أزهار نباتات كل من الفول والمشمش والصنوبر، وفي حالة غياب أحد هذين المحيطين تكون الزهـرة غـير كاملـة وتـسمى وحيدة الجنس Monosexual)). وتنقسم الأزهار غير الكاملة، حسب جنسها إلى نوعين:

أ- أزهار مذكرة Male Flowers:

تُسمى الزهرة مذكرة إذا غاب فيها المتاع أو وجد بحالة أثرية ضامرة.

ب- أزهار مؤنثة Female Flowers:

تُسمى الزهرة مؤنثة إذا غاب فيها الطلع أو وجد بحالة أثرية ضامرة.

- هل تتواجد الأزهار المختلفة الجنس على النبات الواحد؟

نعم توجد الأزهار المختلفة الجنس على النبات الواحد، وذلك بإحدى الصور التالية:

- عـلى هيـئة أزهـار ثنائية الجنس (خنثى)، أي أزهار تامة تحتوي الزهرة الواحدة منها على أعضاء التذكير والتأنيث.
- تُحمـل الأزهـار المذكرة والمؤنثة على نفس النبات ولكن بصورة منفردة. وفي كلا الحالتين تسمى النباتات التي تحمل الأزهار المذكرة والمؤنثة على نفس النبات بالنباتات وحيدة المسكن، ومن أمثلتها كل من نبات الذرة الشامية والجوز وبعض أنواع الكازورينا والخيار والقرع والخروع.

إذاً حُملت الأزهار المذكرة فقط علي نبات والمؤنثة على نبات آخر لنفس النوع، فتعرف النباتات في هذه الحالة بأنها ثنائية المسكن، ومن أمثلتها نباتات كلٍ من نخيل البلح والفستق ومعظم سلالات الباباي وبعض أنواع الكازورينا، والتوت وغيرها.

2-7 التكاثر الجنسي واللاجنسي في النباتات الزهرية:

يعتبر علم تكاثر النبات أحد العلوم النباتية الأساسية التي تهم المشتغلين بالزراعة، وتكاثر أي نبات ما هو إلا زيادة عدد أفراده بغرض الحفاظ عليه والعمل على انتشاره و استمرار بقائه. ويعمل المشتغلون بالزراعة على إكثار النباتات بطرق عديدة للمحافظة عليها وتحسينها واستغلالها اقتصادياً لمنفعة الإنسان و الحيوان، والبيئة.

- كيف تتكاثر النباتات الزهرية؟

تتكاثر النباتات الزهرية بطريقتين رئيسيتين هما:

- التكاثر اللاجنسي (التكاثر الخضري) Asexual Reproduction.
- التكاثر الجنسي/ التكاثر البذري Sexual Reproduction.

1-2-7 التكاثر اللاجنسي (التكاثر الخضري) Asexual Reproduction:

وفي هذا النوع من التكاثر يتم إنتاج نباتات جديدة باستعمال أي جزء من النبات المراد إكثاره (ما عدا جنين البذرة الجنسي)، وهذا الجزء غالباً يكون إما من الساق أو الورقة أو الجذر، ويتوقف نجاح ذلك على قابلية الجزء المستخدم في التكاثر لاستعادة نموه وإنتاجه نباتاً كاملاً.

- كيف يتم التكاثر الخضري؟

تتكاثر النباتات خضرياً بعدة وسائل من أبرزها ما يلي:

أ- الخلفات (الفسائل).

ب- السرطانات.

ج- التكاثر عن طريق بعض الأجزاء النباتية المتخصصة والنامية تحت سطح التربة، وتشمل كلاً من:

- السيقان الأرضية (الأبصال - الكورمات - الدرنات الرايزومات).
- الجذور العرضية المتدرنة كما في نبات البطاطة الحلوة و بعض نباتات الزينة مثل نباتي الداليا وشقائق النعمان.

د- البلابل الزهرية أو الخلفات الهوائية كما في نبات العنكبوت وبعض النباتات العصارية (السيسال).

هـ- التقسيم أو التجزئة.

و- السيقان الجارية أو المدادة.

ز- العقل سواءً الساقية أو الورقية.

ح- التطعيم والتركيب.

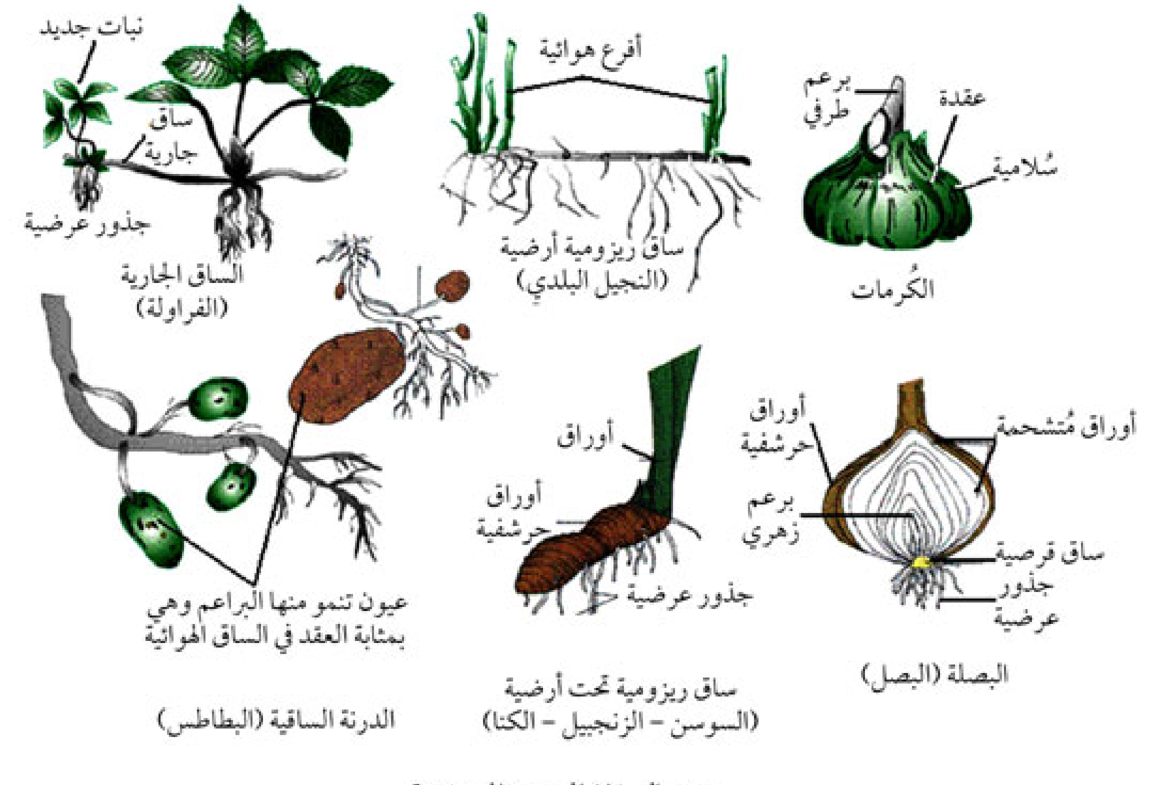
ط- الترقيد.

ي- زراعة الأنسجة، وهي طريقة حديثة للإكثار الخضري تتم بزراعة أي جزء من أجزاء النبات في بيئة صناعية تحت ظروف معملية معقمة وتسمى الإكثار الدقيق Micropropagation.

يوضح جدول (7-1) وشكل (7-2) لتكاثر النباتات خضرياً.

جدول (7-1): أمثلة لبعض النباتات التي تتكاثر خضرياً

عضو التكاثر	أمثلة	وصف العضو وآلية التكاثر من خلاله
الساق الجارية (Stem Runners)	الفراولة	ساق مقسمة إلى عقد وسلاميات تنمو أفقياً فوق سطح التربة، تخرج من عقدها سيقان وجذور لتكون نباتات جديدة.
الريزوم Rhizome	الزنجبيل والنجيل البلدي والنعناع	الريزوم ساق أرضية متحورة غنية بالمواد الغذائية، تمتد أفقياً تحت سطح التربة، والساق الريزومية مقسمة إلى عقد وسلاميات، تخرج من عقدها براعم مغطاة بأوراق حرشفية صغيرة، تنمو هذه البراعم إلى أعلى فوق سطح التربة لتكون أفرعاً هوائية، وتخرج الجذور من الجانب السفلي للريزوم، وبالتالي تتكون نباتات جديدة.
البصلة Bulb	البصل	وهي عبارة عن ساق أرضية متقزمة تسمى بالقرص (قاعدة البصلة)، تتكون عليها مجموعة من الأوراق اللحمية أو الحرشفية ، تخرج منها جذوراً عرضية وتحيط الأوراق ببرعم طرفي وبراعم جانبية أخرى تنمو لتكون نباتاً وأبصالاً جديدة.
الكورمة Corm	القلقاس الجلاديولس	سيقان أرضية صلبة متضخمة قصيرة مقسمة عرضياً إلى عقد وسلاميات ومغطاة بأوراق حرشفية، ينمو البرعم الطرفي مكوناً أفرعاً هوائية، وتنمو البراعم الجانبية لتكون كريات جديدة، تحت سطح التربة، تستخدم في عملية الإكثار في الموسم التالي.
الساق الدرنية Tuber Stem	البطاطس	سيقان أرضية لحمية قصيرة ومُنتفخة، تتكون في نهاية جزء ريزومي من الساق، وتحتوي على عدد من العيون، ويمكن تقطيع الدرنة إلى أجزاء في كل جزء برعم أو أكثر تستخدم كوسيلة لإكثار النبات.
الفسيلة Offset	النخيل والموز	نبات قصير ملتصق بالنبات الأم، ينمو من براعم إبطية عند قاعدة الساق الأصلية تحت سطح التربة عادةً، ينمو هذا النبات الجديد مكوناً جذوراً عرضية مستقلة تمكن من فصله وزراعته في مكان آخر.
الورقة Leaf	نبات كلانشو	ورقة لحمية مُخزنة للغذاء تحمل حافتها نتواءات تنشأ منها براعم صغيرة، عندما تصل هذه البراعم حجماً معيناً تسقط على التربة لتعطي نباتات جديدة.



شكل (2-7)

بعض وسائل الإكثار الخضري (السيقان المتحورة)

- **أهم أغراض استخدام التكاثر الخضري:**

أ- إكثار النباتات التي لا تكون بذوراً أو النباتات التي يصعب إكثارها بالبذور كالموز والتين والعنب.

ب- للحصول على نباتات مشابهة تماماً للنبات الأم في صفات النمو والأزهار والإثمار خصوصاً نباتات الفاكهة والزينة.

ج- إكثار بعض الأنواع النباتية خضرياً بصورة أسهل وأسرع وأجدى اقتصادياً من إكثارها بذرياً.

د- إنتاج أشجار مثمرة في وقت قصير وذلك بتفادي المرور بطور النمو اليافع (Juvenile phase) الذي تمر به الأشجار المزروعة بالبذرة (من زراعة البذرة حتى مرحلة الإزهار)، ويتم تفادي طور النمو اليافع بإكثار الأشجار الناضجة.

هـ- للتغلب على بعض الأمراض أو الديدان الثعبانية وذلك بعملية التطعيم على أصول الأشجار المقاومة لهذه الآفات.

و- للتغلب على العوامل البيئية غير الملائمة لزراعة أنواع أو أصناف نباتية معينة مثل زراعة الخوخ الذي لا ينجح في الأراضي الثقيلة وذلك بعد تطعيمه على أصول البرقوق أو المشمش التي تنجح زراعتها في الأراضي الثقيلة.

ز- المحافظة على الطفرات المرغوبة التي قد تحدث بصورة طبيعية أو مستحدثة في الأجزاء الخضرية لأي نبات.

7-2-2 التكاثر الجنسي (التكاثر البذري) Sexual Reproduction:

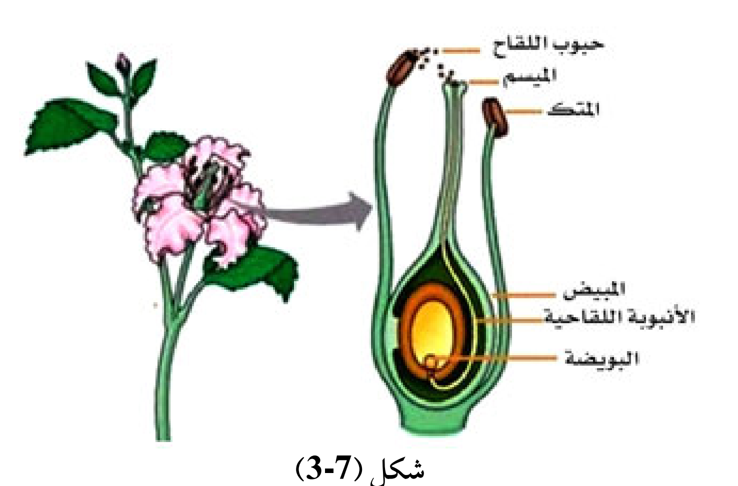
- ما المقصود بالتكاثر الجنسي في النباتات الراقية؟

يقصد بالتكاثر الجنسي إكثار نبات ما بزراعة بذوره الناضجة المحتوية على أجنة حية في بيئة مناسبة تتوفر فيها الظروف الملائمة لإنبات تلك البذور ونموها لتصبح نباتات كاملة.

- كيف يتم التكاثر الجنسي في النباتات الزهرية؟

7-3 التلقيح والإخصاب في النباتات الزهرية:

تعتبر عمليتي التلقيح والإخصاب، اللتين تحدثان في مرحلة الإزهار، من أهم العمليات في سلسلة تكوين البذور في النباتات مغطاة البذور، إذ يسبق عملية التكاثر الجنسي في النباتات الزهرية تكوين النبات لبذوره التي سيتكاثر بها وذلك بتكوينه للأمشاج المذكرة (حبوب اللقاح) في المتك والأمشاج المؤنثة (البويضات) في المبيض، ومن ثم اندماج هذه الأمشاج بعمليتي التلقيح والإخصاب كما يوضح شكل (7-3).



شكل (7-3)
التلقيح والإخصاب في النباتات الزهرية

- ما المقصود بالتلقيح؟

7-3-1 التلقيح Pollination:

تسمى عملية انتقال حبوب اللقاح الناضجة من المتك إلي الميسم في نفس الزهرة أو إلى زهرة أُخرى بعملية التلقيح. وفي النباتات مغطاة البذور يمكن تمييز نوعين من التلقيح كما يلي:

أ- التلقيح الذاتي Self Pollination:

وهو انتقال حبوب اللقاح من متك الزهرة إلى ميسمها أو إلى ميسم زهرة أخرى لنفس النبات، ويعتبر التلقيح في نبات البازلاء من أبرز الأمثلة على التلقيح الذاتي.

ب- التلقيح الخلطي: Cross Pollination

هو انتقال حبوب اللقاح الناضجة من متك الزهرة في نباتٍ ما إلى ميسم زهرة أخرى على نبات أخر من نفس النوع وتعتبر معظم الأنواع والأصناف النباتية خلطية التلقيح مثل البصل والكرنب ونباتات العائلة القرعية مثل الخيار، وكذا معظم نباتات الخضر الجذرية وغيرها من نباتات الزينة وأشجار الفاكهة والغابات، ويعتبر التلقيح في الذرة الشامية ونباتات الأوركد المستخدمة في مجال الزينة من الأمثلة البارزة على التلقيح الخلطي.

- **أهم الحالات التي تلائم حدوث التلقيح الخلطي:**

- لماذا تعتبر معظم الأنواع والأصناف النباتية خلطية التلقيح؟

من بين العوامل التي تعوق إتمام حدوث التلقيح الذاتي وبالتالي تسهيل حدوث التلقيح الخلطي ما يلي:

أ- الإزهار غير الكامل (بمعنى لا تنفتح مياسم ومنك الزهرة في وقت واحد).

ب- وجود ظاهرة عدم التوافيق الذاتي بين حبوب اللقاح ومياسم الأزهار لنفس النبات.

ج- اختلاف زمن نضوج الأعضاء الأنثوية (الميسم) والأعضاء الذكرية (الأسدية) لأزهار النبات الواحد.

د- وجود تركيب زهري متخصص يحفظ الاسدية بعيداً عن محيط المياسم في نفس الزهرة، أو قد تكون المياسم أعلى من الأسدية.

- **التحورات التي تلائم حدوث التلقيح الذاتـي:**

أ- انتشار حبوب اللقاح في الوقت الذي تكون فيه المياسم مستعدة للتلقيح.

ب- يساعد تركيب الزهرة على حدوث التلقيح الذاتي كأن تكون الأسدية ملتحمة ومكونة أنبوبة سدائية حول القلم كما في الطماطم.

ج- تفتح الزهرة بعد حدوث عملية التلقيح كما في القمح والشعير.

- **وسائل انتقال حبوب اللقاح:**

كما علمت أنه عندما تنتقل حبوب اللقاح من متك الزهرة إلى ميسم زهرة أخرى تسمى هذه العملية بعملية التلقيح، وهناك عدة وسائل تنتقل بواسطتها حبوب اللقاح، ويمكن تقسيم هذه الوسائل إلى مجموعتين كما يلي:

أولاً- الكائنات الحية وتشمل:

أ- الحشرات :Insects

معظم الأزهار خلطية التلقيح يتم تلقيحها بواسطة الحشرات، وأهم الحشرات التي تقوم بعملية التلقيح هي النحل والفراش (شكل7-4) والدبابير وغيرها، وتتميز الأزهار التي تلقح بواسطة الحشرات بالصفات التالية:




شكل (7-4)

الخنافس والفراش من الحشرات التي لها دور في تلقيح الأزهار

- كبر حجم الأزهار.
- جاذبية الأجزاء الزهرية خصوصاً البتلات.
- الرائحة العطرية للأزهار.
- الأزهار مزودة بغدد رحيقية تنجذب إليها الحشرات لامتصاص الرحيق فتلتصق بها حبوب اللقاح، وحبوب اللقاح أيضاً مستساغة للحشرات، ومن أمثلة - النباتات التي تساعد الحشرات في تلقيح أزهارها - نباتات العائلة الصليبية والقرعية والخيمية.



شكل (7-5)
دور الطيور في عملية التلقيح

ب- الطيور :Birds

هناك القليل من الطيور التي تزور أزهار بعض أنواع النباتات لامتصاص الرحيق وتساعد في تلقيح تلك الأزهار، وتمتاز الأزهار التي تُلقح بمساعدة الطيور بأن عضو الزهرة المذكر وأجزاء من العضو المؤنث غالباً ما تظهر خارج محيط التويج فيساعد ذلك على إتمام عملية التلقيح أثناء تنقل الطيور بين الأزهار شكل (7-5).

ج- الخفافيش :Bats

يحدث التلقيح بواسطة الخفافيش غالباً في النباتات النامية في المناطق الاستوائية، وتمتاز الأزهار في هذه الحالة بكبر حجمها وطول حاملها الزهري وكثرة إنتاجها من الرحيق، وإطلاقها لروائح عطرية، وعادة ما تتفتح الأزهار في الليل أثناء نشاط الخفافيش.

د- القواقع :Snails

تلعب القواقع دوراً هاماً في تلقيح بعض النباتات المفترشة وبعض النباتات المائية.

ثانياً- وسائل غير حية:

هيأ الله سبحانه و تعالى وسائل غير حية تؤدي في حياة النبات من أهمها المساعدة في عملية التلقيح، ومن هذه الوسائل ما يلي:

أ- الرياح :Winds

قال تعالى: ﴿ وَأَرْسَلْنَا ٱلرِّيَـٰحَ لَوَٰقِحَ ﴾ [الحجر:22]، حيث تلعب الرياح دوراً هاماً في نقل حبوب اللقاح بين أزهار الكثير من الأنواع النباتية، إذ تتميز تلك الأزهار بما يلي:

- تكون عادةً صغيرة وغير بارزة.

- تكون عديمة الرائحة ولا تنتج رحيقاً عادةً.
- تنتج كمية كبيرة من حبوب اللقاح والتي غالباً ما تكون جافة وصغيرة الحجم وخفيفة الوزن، وفي بعض الحالات تكون مجنحة.
- عادةً تكون الأقلام والمياسم متفرعة لتسهيل استقبال حبوب اللقاح الطائرة في الهواء، ففي نبات الذرة الشامية مثلاً يتميز القلم بأنه خيطي الشكل، وتسمى مجموعة الأقلام الخيطية بالحريرة، ومن أبرز النباتات التي تُلقح أزهارها بواسطة الرياح بالإضافة إلى الذرة الشامية كل من الدخن وقصب السكر، وكذا بعض الأشجار مثل البابااظ (عنب الفلفل) وغيرها.

ب- الماء :Water

تعتمد النباتات المائية على التيارات المائية في نقل حبوب لقاحها بين بعضها البعض.

2-3-7 الإخصاب Fertilization:

يقصد بالإخصاب في النباتات الزهرية اندماج الأمشاج الذكرية، المنتقلة من المُتك ضمن حبوب اللقاح، بالأمشاج الأنثوية المتواجدة في البويضات داخل المبيض لتكوين البذور.

- ماذا يحدث عندما تسقط حبة اللقاح على الميسم (خطوات الإخصاب في النبات)؟

أ- تنتفخ حبة اللقاح بامتصاص الماء.

ب- تظهر أنبوبة اللقاح من إحدى الفتحات في جدار حبة اللقاح فتخترق أنسجة الميسم والقلم والمبيض بفعل إنزيمات محللة تفرز من طرف أنبوبة اللقاح.

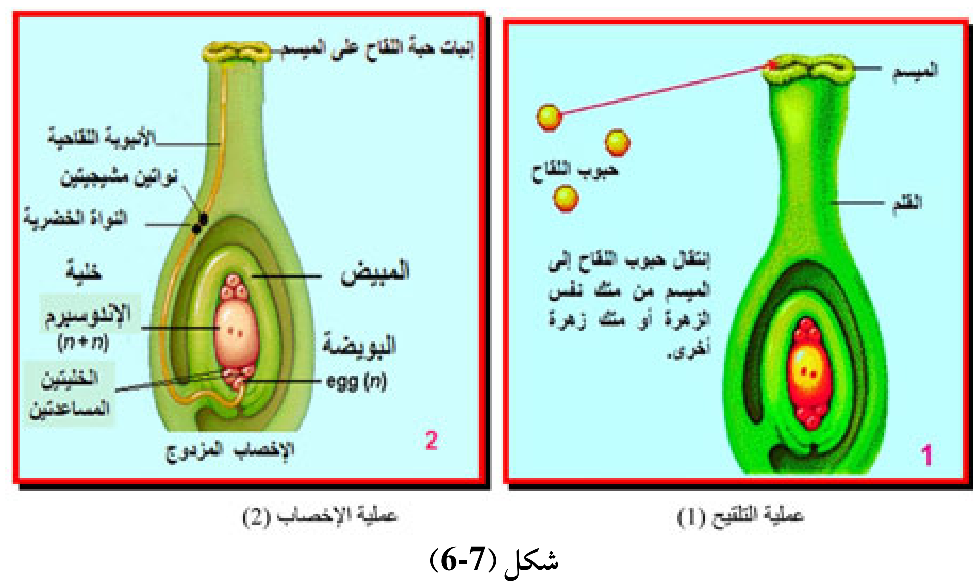
ج- تنمو أنبوبة اللقاح لتصل إلى الكيس الجنيني عبر فتحة تسمى بفتحة النُقير.

د- أثناء نمو أنبوبة اللقاح تنقسم حبة اللقاح إلى نواتين، النواة الأنبوبية والنواة المولدة، وتنقسم النواة المولدة بدورها إلى نواتين ذكريتين عند وصولها الكيس الجنيني، يكون كل منها أُحادي المجموعة الكروموسومية (1ن)، ثم تبدأ عملية الإخصاب.

هـ- في عملية الإخصاب تتحد إحدى النواتين الذكريتن مع خلية البيضة (1ن) لتكوين النواة اللاقحة أو الزيجوت (2ن)، وتتحد النواة الذكرية الأخرى (1ن) مع النواتين القطبيتين لتكوين نواة الإندوسبيرم الأولية (3ن)، ويطلق على هذه العملية بعملية الإخصاب المزدوج (Double fertilization).

و- تختفي الخليتان المساعدتان لخلية البيضة والخلايا السمتية بعد الإخصاب ولا يتبقى في الكيس الجيني سوى نواة الإندوسبيرم الأولية واللاقحة. بعد عملية الإخصاب تنقسم اللاقحة عدة مرات ليتشكل في النهاية

الجنين، وتستمر عملية التكشف للكيس الجنيني حتى تتكون البذرة. ويوضح شكل (4-6) عمليتي التلقيح والإخصاب المُؤديتين إلى تكوين البذور في النباتات الزهرية.

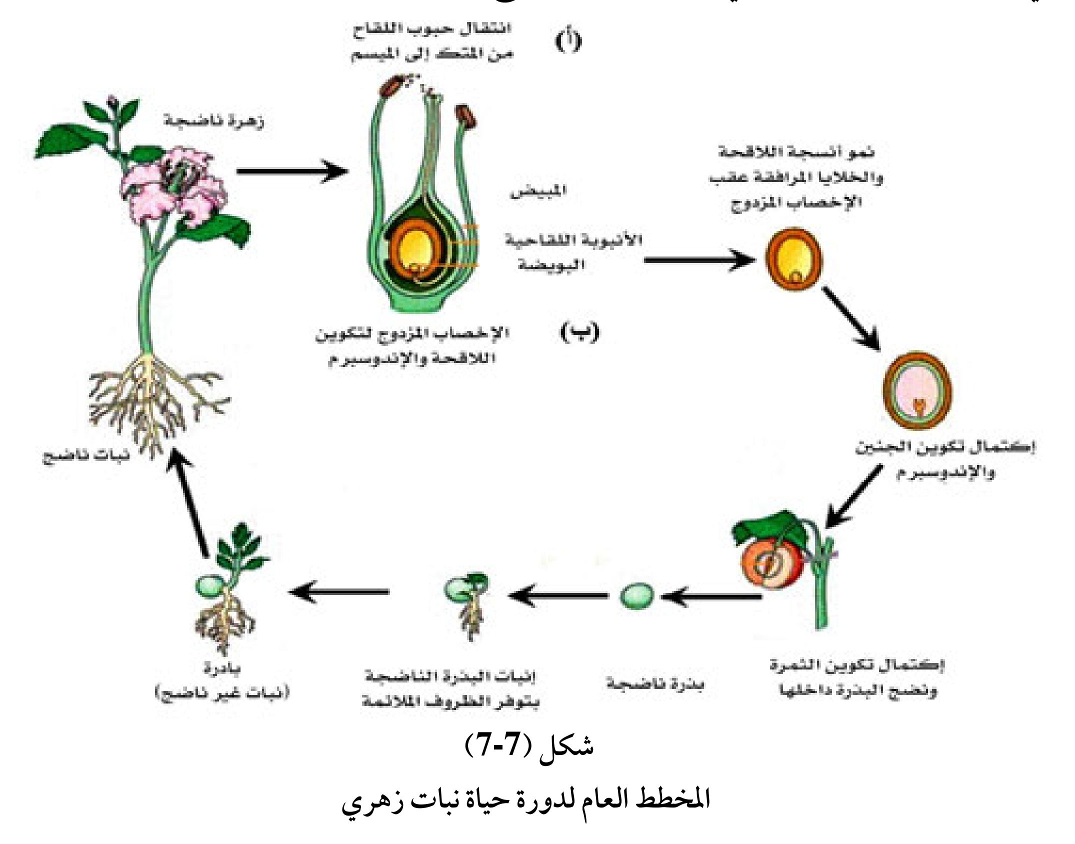


شكل (7-6)

عمليتي التلقيح والإخصاب في نبات زهري

7-3-3 دورة حياة نبات زهري:

تعتبر النباتات الزهرية من أرقى النباتات، وتظهر فيها ظاهرة تبادل الأجيال بوضوح، حيث يتبادل الطور الجاميطي (بدءاً بمرحلة الإزهار وانتهاءً بتكون البذور) مع الطور الجرثومي أثناء دورة الحياة التي يسود فيها الطور الجرثومي، بينما يكون الطور الجاميطي قصيراً جداً، ويوضح الشكل (7-7) مخططاً عاماً لدورة حياة نبات زهري.



شكل (7-7)

المخطط العام لدورة حياة نبات زهري

4-7 النـــورات Inflorescences:

في بعـض النـباتات تُحمل الأزهار فرادى، إما في أباط الأوراق كما في شجيرة الورد الصيني، أو في قمـم الفـروع كما في نبات السوسن والتيولب شكل (7-8)، بينما في كثير من النباتات الأخرى تُحمـل الأزهـار في تجمعات مرتبة بطرق محدودة عـلى محـور يـسمى بالمحور الزهري. وعلى ذلك فـإن نمـط الـنمو والترتيب للأزهار على المحور الزهري (الشمراخ الزهري) يُسمى بالنورة.



زهرة إبطية (الورد الصيني)   زهرة طرفية (التيولب)

شكل (7-8)

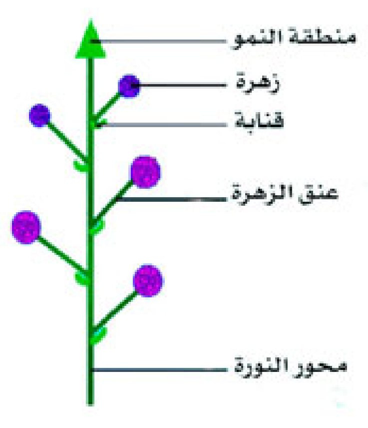
مواضع خروج الأزهار على الفروع النباتية

تُحمل الأزهار على المحور الرئيسي للنورة، فقـد تكـون الأزهـار إما مُعـنقه أو غـير معنقه (جالـسة)، وتـترتب الأزهار عـلى هـذا المحور بطرق مختلفة يتم على أساسها تصنيف النورات. ويوضح شكل (7-9) الهيكل العام للنورة الزهرية.

1-4-7 أنواع النورات:

تقسم النورات الزهرية بشكل عام إلى نوعين رئيسيين هما:

- نورة غير محدودة Racemose:
- نورة محدودة Cymose:

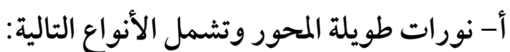


شكل (7-9)

الهيكل العام للنورة الزهرية

أولاً: النورة غير المحدودة Racemose:

في هـذا الـنوع يستمر محور النورة بالنمو، وتظهر عند قمته براعم زهرية حديثة تتكشف إلى أزهار فيما بعد، حيث تقع الأزهار الحديثة عند قمة المحور والأزهار القديمة عند قاعدته، بمعنى أن التفتح يبدأ مـن أسـفل إلى أعـلى أو من الخارج إلى الداخل في حالة تفلطح محور الـنورة، وتقـسم الـنورة غـير المحـدودة إلى عدة أقسام تبعاً لصفات المحـور الزهـري والـذي يمكـن أن يكـون طـويلاً أو قـصيراً أو مفلطحاً، وفيما يلي أهم هذه الأقسام:



أ- نورات طويلة المحور وتشمل الأنواع التالية:

- نورة عنقودية:

تكـون فـيها الأزهار معنقة ومحمولة جانباً على محور الشمراخ الزهري، فقد تكون بسيطة التركيب فيه تتصل الأزهـار بالمحـور مباشرة ، كما هو الحال في أزهار نباتات الخردل والفجل وحنك السبع (شكل 7-10)، أو قد

تكـون الـنورة مـركبة يتفـرع فـيها محـور النورة الرئيسي إلى فروع ثانوية (عناقيد صغيرة) تحمل الأزهار، كما في نورات العنب والفلفل الكاذب (شكل 7-10).



شكل (7-10)

النورة العنقودية البسيطة في نبات حنك السبع والعنقودية المركبة في شجرة الفلفل الكاذب

- نورة مشطية:

تكـون الـنورة المـشطية إمـا مـركبة كنورة نبات القرنبيط (الزهرة)، أو بسيطة يكون فيها المحور الزهري غير متفـرع يحمـل أزهاراً معنقه بأعناق غير متساوية الطول، تكون فيها الأزهار القاعدية طويلة العنق، ويقل طول عـنق الزهـرة باتجـاه قمـة المحـور الزهري فتظهـر الأزهـار في مـستوى واحد تقريباً، ومـن أمـثلة ذلك نورات نبات الكرز ومن الفـصيلة الـصليبية نـورة نـبات الأليـسم المستخدم كنبات زينة.

- نورة سنبلية:

تـشبه النورة السنبلية النورة العنقودية في تـركيبها مـع فـارق أن الأزهـار في الـنورة الـسنبلية تكـون غـير معـنقة، وقـد تكـون الـنورة سـنبلية بـسيطة كـما هـو الحـال في نـورات نـبات لسان الحمل والجلاديولس شكل (7-11)، أو قد تكون النورة سنبلية مـركبة، كـما هو الحال في نبات الأمرانثس شكل (7-11)، وكذا غالبية النباتات التابعة للفصيلة النجيلية، مثل نورات كل من نباتات القمح والشعير والذرة، حيث تُحمل الأزهار الجالسة على محاور ثانوية.



شكل (7-11)

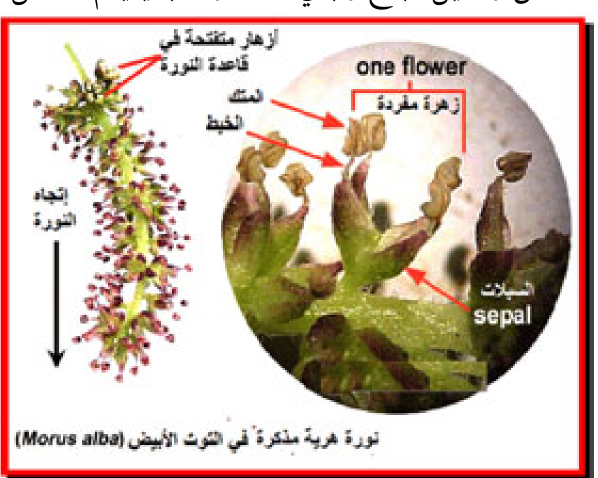
النورة السنبلية البسيطة في الجلاديولس والمركبة في الأمرنثس

- نورة هِرية:

في هـذا الـنوع يـتدلى المحور الزهري حاملاً أزهاراً جالسة وحيدة الجنس، ومثال ذلك نورات أشجار التوت الشكل(7-12) والصفصاف وشجيرات الأكاليفا.

- نورة إغريضية:

في هـذا النوع من النورات يكون المحور الزهري شحمي غليظ يحمل أزهاراً جالسة وحيدة الجنس بالإضافة إلى قـنابة أو لـونها أكثـر جاذبـية تسمى القينوة. يوجد هذا النوع من النورات في العديد من النباتات، مثل الموز والقلقاس ونخيل البلح ونباتي الكلا والسباثيفيلم الشكل (7-12) المستخدمين في الزينة.





شكل (7-12)

النورة الهرية في شجرة التوت الأبيض والنورة الإغريضية في جنس السباثيفيلم

ب- نورات قصيرة المحور الزهري:

- نورة خيميه:

في هـذه الـنورة يكـون المحور الزهري قصيراً إلى درجة اختفاء السلاميات التي تفصل الأزهار وبذلك تبدو جـميع الأزهـار معنقة وكأنها خرجت من موضع واحد، وتقع في مستوى واحد تقريباً، ومثال ذلك نورة نباتات الخلة والجزر والكزبرة والشمر وغيرها من النباتات التابعة للفصيلة الخيمية.

- نورة هامة:

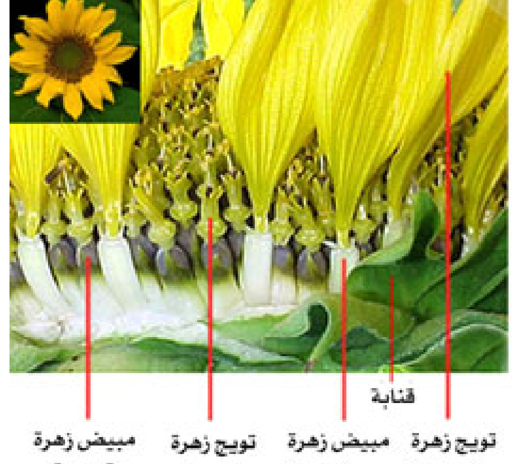
يُعـرف هـذا الـنوع مـن الـنورات بالـنورة الهامـة أو الرأسـية، وفي هـذا الـنوع يأخـذ المحـور أشـكالاً مـتعددة، مـنها الكـروي كما في نورات بعض النباتات الـتابعة لجـنس الأكاسـيا المـتواجدة بكثـرة في البيـئة المحلية كأشجار القرض (Acacia nilotica L.)، شـكل (7-13) أو البرسـيم، كـما يأخـذ محور النورة الهامة أشكالاً أخرى كالمقعر والمحدب والمفلطح، ففي



شكل(7-13)

نورة هامة كروية الشكل فى أشجار القرض

الـشكل المفلطـح مـثلاً تستوي الأزهار الجالسة فوق المحـور حيث تقع الأزهار الصغيرة في المركز وتتدرج في الكـبر كلـما اتجهـنا إلى الخـارج، إذ تـبدو النورة في مجمـوعها وكأنهـا زهـرة واحـدة، ومثال ذلك نورات النباتات التابعة لفصيلة الأستر (الفصيلة المركبة) مثل دوار الـشمس شـكل (7-14) والدالـيا والقطـيفه وغيرها.

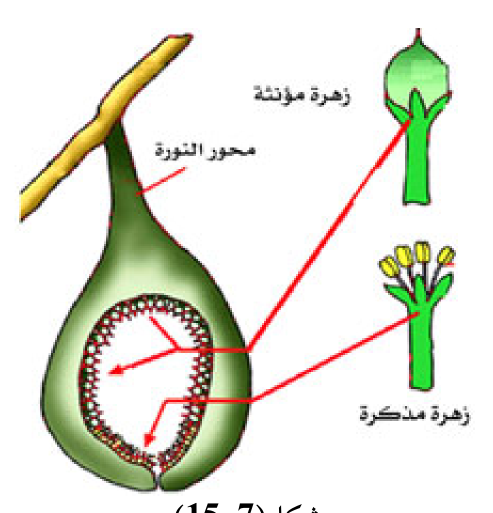


شكل(7-14)

نورة هامة في نبات دوار الشمس

- نورة تينية:

وفي هـذا الـنوع مـن النورات يتضخم محور النورة ويصبح كأسي الشكل، حيث تترتب الأزهار المذكرة والمؤنثة داخـل الـتجويف الكـأسي بحـيث تكـون الأزهـار المذكـرة عـند فـوهة الـتجويف و الأزهـار المؤنـثة إلى الـداخل، وتعتـبر الـنورات الـتابعة لجنـس الفيكـس (Ficus spp) مثـل نـورة التين شكل (7-15) مثالاً بارزاً على هذا النوع من النورات.

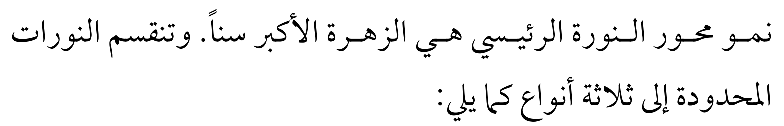


شكل(7-15)

نورة تينية في جنس الفيكس (Ficus spp)

ثانياً: نورات محدودة: Cymose

في هـذا الـنوع ينتهـي نمـو محـور النورة بزهرة ثم تخرج من أسفلها زهرة أو أكثر، ولذلك تكون الزهرة التي تحدد (توقف)


نمـو محـور الـنورة الرئيسي هـي الزهـرة الأكبر سناً. وتنقسم النورات المحدودة إلى ثلاثة أنواع كما يلي:

أ- نورة وحيدة الشعبة:

وفي هذا النوع ينتهي المحور النوري بزهرة واحدة، ثم يخرج من محور الـنورة أسـفل الزهرة زهرة أخرى من إبط قنابة عادةً، وهكذا يمكن أن يتكـرر خـروج أزهـار عديـدة. وإذا كان خروج الأزهار كلها من جهة واحـدة فـتسمى الـنورة قوقعـية كما في نبات البجونيا، وإذا كان خروج الأزهـار من جهتين مختلفتين فتسمى النورة عقربية كما في نباتي الكتان و الفريزيا شكل (7-16).



شكل (7-16)

نورة وحيدة الشعبة الفريزيا

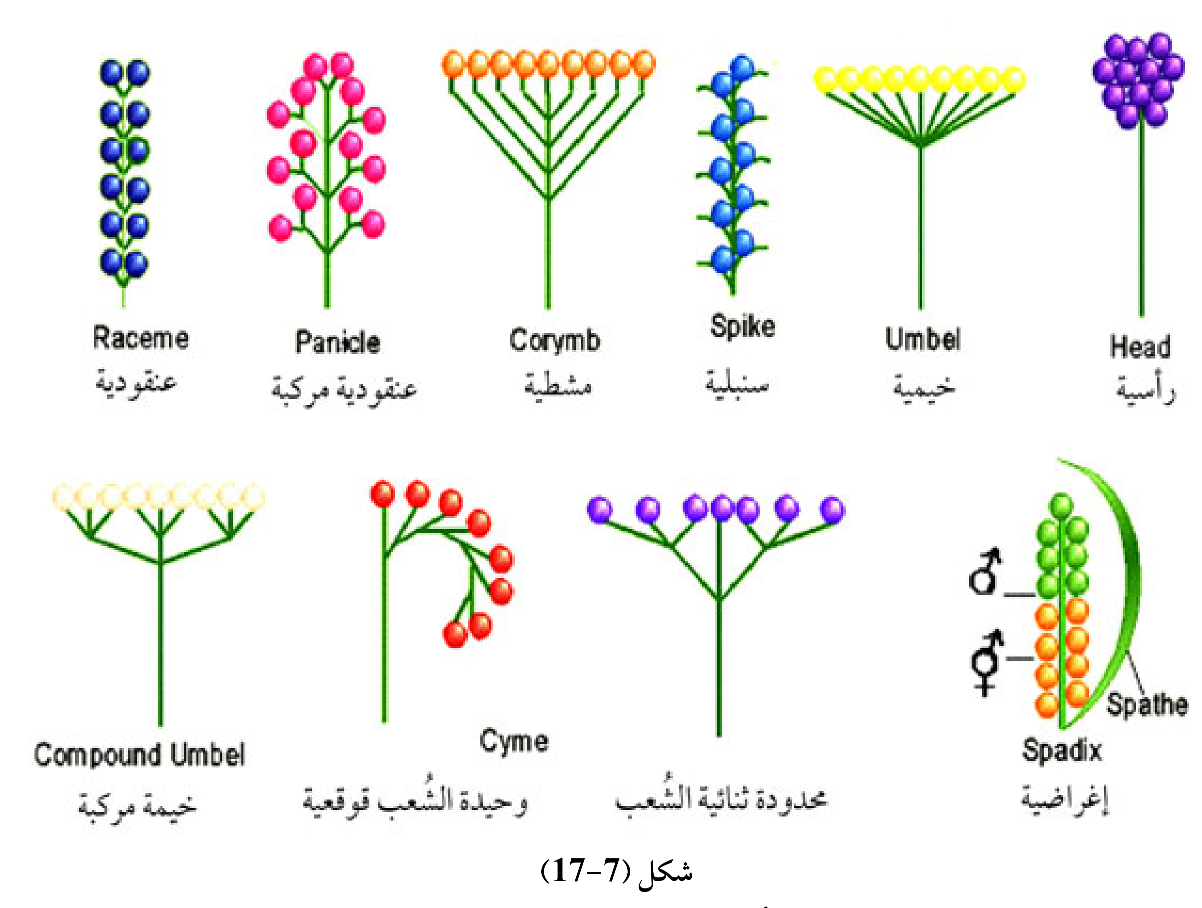
ب- نورة ثنائية الشعبة:

وهنا ينتهي المحور الرئيسي للنورة بزهرة، ويوجد على عقدة محور النورة أسفل الزهرة قنابتان عادةً يتكون في إبط كل منهما فرعان جانبيان ينموان بنفس الطريقة ليكون كل منهما ثلاث أزهار إحداهما رئيسية والأخريتان جانبيتان، وذلك كما في نورات كل من نباتات القرنفل والجهنمية والجبسوفيلا.

ج- نورة عديدة الشعب:

ينتهي المحور الرئيسي للنورة بزهرة، تنمو أسفلها ثلاثة أفرع جانبية أو أكثر ينتهي كل فرع جانبي منها بزهرة تخرج من أسفلها أزهاراً جانبية كما في نورات أشجار الكافور (Eucalyptus spp.).

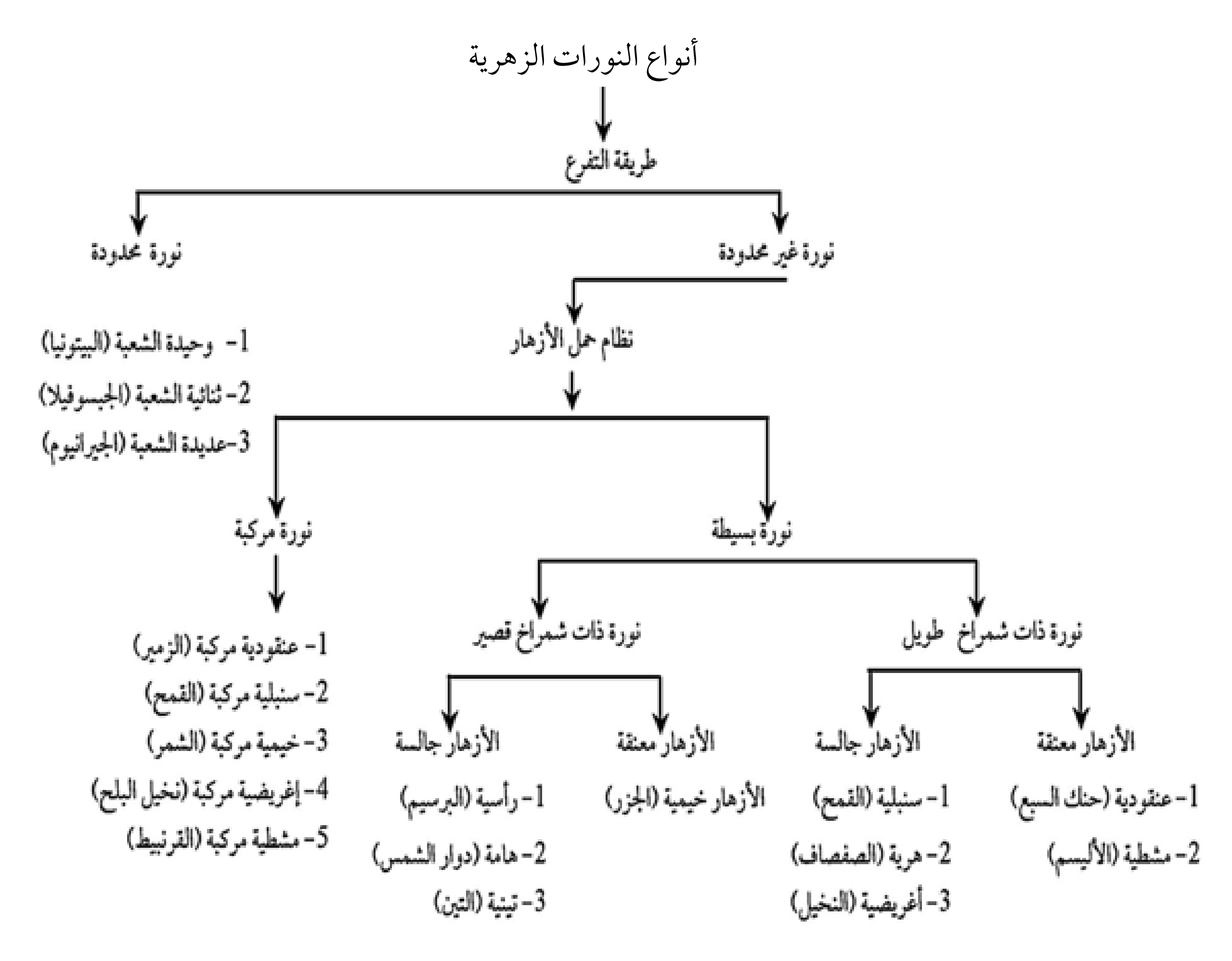
يوضح شكل (7-17) الأشكال الرئيسية للنورات الزهرية.



شكل (7-17)

الأشكال الرئيسية للنورات الزهرية

كما يوضح شكل (7-18) مخططاً تقسيمياً للأنواع المختلفة للنورات الزهرية.



شكل (7-18)

مخطط تقسيمي للأنواع المختلفة للنورات الزهرية

7-5 الثمـــار Fruits:

يمكن تعريف الثمرة نباتياً بأنها مبيض الزهرة الناضج المتضخم بعد اكتمال عمليتي التلقيح والإخصاب وتكوين البذور، وفي بعض الأزهار تشترك بعض أجزاء الزهرة الأخرى مع المبيض لتكوين الثمرة. وتتضخم أنسجة المبيض بسبب تنبيه هرموني كنتيجة لحدوث عمليتي التلقيح والإخصاب في الزهرة. وفي بعض الأحوال لا يرتبط تكوين الثمار بحدوث الإخصاب وتكوين البذور، كما هو الحال في ثمار الموز والعنب البياض والبرتقال أبو سرة ويُعتقد أن ذلك راجع إلى احتواء مبايض أزهار هذه النباتات على كمية كبيرة من الهرمونات. وظيفة الثمار حمل البذور وحمايتها وإمدادها بالغذاء اللازم حتى تستكمل نموها، وقد تُساعد الثمار في انتشار البذور.

7-5-1 أسس تصنيف الثمار:

يتم تصنيف الثمار بناءاً على عدد من الأسس منها:

أ- نشأة الثمار:

- **الثمار الصادقة:** تنشأ الثمرة الصادقة من مبيض الزهرة فقط، ولا يدخل في تركيبها أي جزء من أجزاء الزهرة الأخرى، ومثال ذلك ثمار كل من البرتقال والطماطم واللوز.
- **الثمار الكاذبة:** تنشأ الثمرة الكاذبة من مبيض الزهرة ويدخل في تركيبها أجزاء زهرة أخرى مثل التخت كما في ثمرة التفاح، أو الكأس كما في ثمرة الباذنجان.

ب- تركيب الثمرة:

قد تكون الثمرة بسيطة أو متجمعة أو مركبة.

7-5-2 أنواع الثمار:

يمكن تقسيم الثمار إلى ثلاثة أقسام تبعاً لتركيبها الزهري كما سبق وهي:

أ- الثمار البسيطة Simple Fruits:

ب- الثمار المتجمعة Aggregate Fruits:

ج- الثمار المركبة Multiple Fruits:

أولاً: الثمار البسيطة Simple Fruits:

وهي ثمار تتكون من زهرة واحدة وحيدة المبيض سواءً كان المبيض ذو كربلة واحدة أو عدة كرابل ملتحمة، والثمار البسيطة قد تكون إما طرية (غضة)، أو جافة.

أ- الثمار البسيطة الطرية: وهي ثمار لها أغلفة غليظة عادةً، ويتكون الغلاف الثمري من غلاف ثمري خارجي وغلاف ثمري وسطي وغلاف ثمري داخلي، وتختلف الثمار البسيطة الطرية حسب طبيعة الأغلفة الثمرية، ومنها:

- الثمار الحسلة كثمار الخوخ (الفرسك) والمشمش والبرقوق واللوز والزيتون والمانجو.

- الثمار العنبة (اللبية) كثمار العنب والطماطم والبلح والموالح والموز.
- الثمار التفاحية كثمار التفاح والكمثرى والسفرجل.

ب- **الثمار البسيطة الجافة**: وفيها تكون الأغلفة الثمرية جافة ويمكن تقسيمها إلى ثلاثة اقسام كما يلي:

- الثمار البسيطة الجافة المُتفتحة: وتشمل الثمرة القرن أو الباقلاء كثمار الفول، والثمرة الجرابية كثمرة العائق، والثمرة الخردلة كثمرة المنثور، والثمرة الخُريدلة كثمرة كيس الراعي، والثمرة العلبة والتي تتفتح بطرق مختلفة كما يلي:
  - تفتح طولي، كما في ثمار القطن والباميا والداتورة.
  - تفتح عرضي، كما في ثمار الرجلة وعين القط.
  - تفتح بواسطة ثقوب، كما في ثمار الخشخاش وحنك السبع.
  - تفتح جدار الثمرة على هيئة تسنن، كما في ثمار القرنفل.
- الثمار البسيطة الجافة غير المتفتحة: وهي ثمار جافة ذات جدار خشبي أو جلدي يبقى مغلقاً عند النضج، ولا تتحرر البذور إلا بعد تحلل جدار الثمرة، ومن أنواعها الثمرة الفقيرة (تحمل بذرة واحدة منفصلة عن جدار المبيض) كثمرة الورد والفراولة، والثمرة الحبة (البُرة) كثمرة القمح والشعير والذرة، والثمرة السبسلاء كثمرة دوار الشمس وحشيشة الجعضيض، والثمرة المجنحة كثمرة شجرة أبو المكارم، والثمرة البُندقة كثمار أشجار البندق والبلوط.
- الثمار البسيطة الجافة المُنشقة: وهي ثمار تنشق عند النضج إلى أجزاء غير منفتحة عادةً، ويحتوي كل منها عادةً على بذرة، واحدة ويُعرف كل جزء بالثُميرة، وقد تكون الثمرة خُبازية كثمرة الخُبيزة، أو كثمرة الخروع والبلارجونيوم، أو قد تكون الثمرة الجافة المُنشقة خيمية كثمرة الجزر، أو قرضة كثمار الفجل والست المستحية.

ثانياً: الثمار المتجمعة Aggrregate Fruits:

وهي الثمار التي تنشأ من زهرة واحدة مبيضها ذو كرابل عديدة غير ملتحمة، وتوجد منها أنواع تختلف حسب نوع ثمرتها فإما أن تكون:

أ- مجموعة فقيرات (أكينات)، كما في ثمار الورد والفراولة.

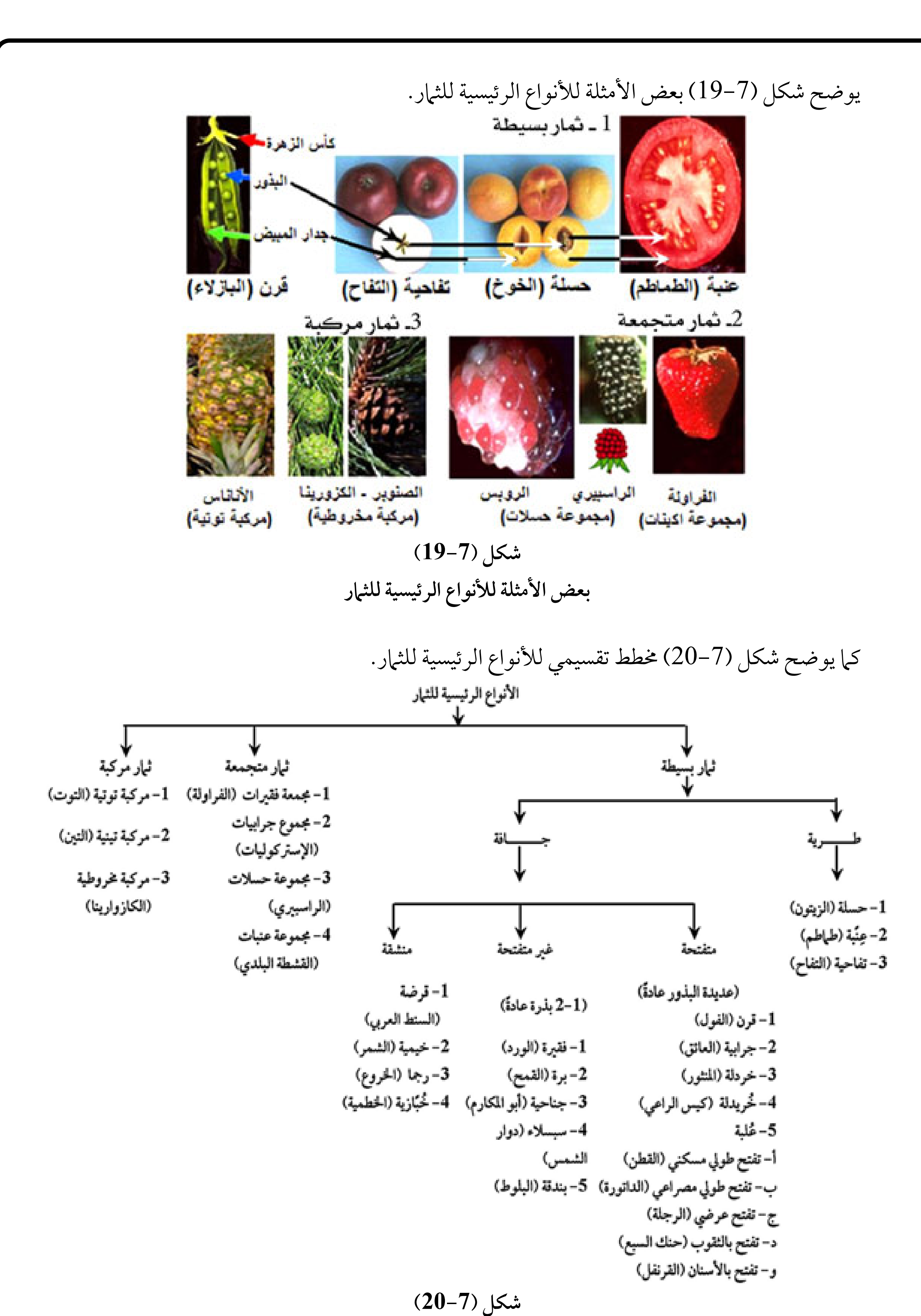
ب- مجموعة جرابيات، كما في ثمرة سبيريا (Spiraea vanhouttei).

ج- مجموعة حسلات، كما في ثمرة الراباس (Rubus sp.).

د- مجموعة عنبات، كما في ثمرة القشطة.

ثالثاً: الثمار المركبة Composite or Multiple Fruits :

تتكون الثمرة المركبة من عدة أزهار، أي تنشأ من نورة، ومن أنواعها الثمار المركبة التوتية، كما في ثمار التوت والأناناس، والثمار المركبة التينة، كما في ثمرة التين.



يوضح شكل (7-19) بعض الأمثلة للأنواع الرئيسية للثمار.

شكل (7-19)

بعض الأمثلة للأنواع الرئيسية للثمار

كما يوضح شكل (7-20) مخطط تقسيمي للأنواع الرئيسية للثمار.

الأنواع الرئيسية للثمار

- **ثمار بسيطة**
  - **طـــرية**
    - 1- حسلة (الزيتون)
    - 2- عِنَبة (طماطم)
    - 3- تفاحية (التفاح)
  - **جـــافة**
    - **متفتحة** (عديدة البذور عادةً)
      - 1- قرن (الفول)
      - 2- جرابية (العائق)
      - 3- خردلة (المنثور)
      - 4- خُريدلة (كيس الراعي)
      - 5- عُلبة
        - أ- تفتح طولي مسكني (القطن)
        - ب- تفتح طولي مصراعي (الداتورة)
        - ج- تفتح عرضي (الرجلة)
        - د- تفتح بالثقوب (حنك السبع)
        - و- تفتح بالأسنان (القرنفل)
    - **غير متفتحة** (1-2 بذرة عادةً)
      - 1- فقيرة (الورد)
      - 2- برة (القمح)
      - 3- جناحية (أبو المكارم)
      - 4- سبسلاء (دوار الشمس)
      - 5- بندقة (البلوط)
    - **منشقة**
      - 1- قرضة (السنط العربي)
      - 2- خيمية (الشمر)
      - 3- رجا (الخروع)
      - 4- خُبَّازية (الخطمية)
- **ثمار متجمعة**
  - 1- مجمعة فقيرات (الفراولة)
  - 2- مجموع جرابيات (الإستركوليات)
  - 3- مجموعة حسلات (الراسبيري)
  - 4- مجموعة عنبات (القشطة البلدي)
- **ثمار مركبة**
  - 1- مركبة توتية (التوت)
  - 2- مركبة تينية (التين)
  - 3- مركبة مخروطية (الكازوارينا)

شكل (7-20)

مخطط تقسيمي للأنواع الرئيسية للثمار

6-7 البـــذور Seeds:

يمكـــن تعريــف البذرة بأنها بويضة ناضجة (Ripened ovule) ناتجة عن عملية الإخصاب، ويمكن اعتبار جنـين الـبذرة نباتاً مصغراً في طور السكون ينمو عند توفر الظروف الملائمة، ويعتبر نسيج الإندوسبرم بصفة عامة مخـزن الغـذاء الـذي يستعين به الجنين في بداية حياته (مرحلة الإنبات)، ولغلاف البذرة دوراً هاماً في توفير الحماية اللازمة للبذرة.

- **تكوين البذرة:**

بعـد عملـية الإخـصاب تنقـسم اللاقحـة عدة مرات ليتشكل الجنين وتستمر عملية النمو حتى تتكون البذرة. تنقـسم نواة الأندوسبيرم انقساماً متساوياً لتعطى نسيج الأندوسبيرم ثلاثي المجموعة الكروموسومية، وقد يحدث أن تتغذى أنسجة الجنين على الأندوسبيرم أثناء تكون الجنين، وما تبقى يخزن في الفلقتين لذلك يختفي الأندوسبيرم وتـسمى الـبذور عـندئذ بـذور لا إندوسـبيرمية كبذور نباتات ذوات الفلقتين (الفول والفاصوليا...)، أو يمتص الجنـين بعـض الأندوسـبيرم والـبعض الآخر يبقى محيطا بالجنين لذا تكون هذه البذور أندوسبيرمية كبذور نباتات ذوات الفلقـة الـواحدة، مـثل الـذرة والقمـح والـشعير، وفي هذه الحالة يتواجد الغذاء المُخزّن في البذور على هيئة كـربوهيدرات ودهـون وبـروتينات، لـذلك تُعتـبر الـبذور مـصدراً غنياً بالغذاء، إضافة إلى مواد أخرى كالزيوت والأصباغ التي تستخدم في الأغراض الصناعية.

تقــويم الوحـــدة السابعــة

أجب عن الأسئلة الآتية:

1- ما هي أجزاء الزهرة؟ ارسم رسماً تخطيطياً لزهرة نموذجية مع كتابة البيانات على الرسم.

2- ما الفرق بين التكاثر الجنسي واللاجنسي في النبات؟

3- ما هي المميزات التي يتميز بها الإكثار اللاجنسي (الخضري) عن الإكثار الجنسي في النبات؟

4- ما الفرق بين التلقيح الذاتي والتلقيح الخلطي في الأزهار؟

5- وضح كيفية حدوث عملية الإخصاب في النباتات الزهرية.

6- ارسم مُخططاً توضيحياً للأنواع الرئيسية للنورات.

7- ارسم مُخططاً توضيحياً للأنواع الرئيسية للثمار.

8- بإيجاز اذكر الفرق بين كل مما يلي:

أ- الزهرة الكاملة والزهرة غير الكاملة.

ب- الزهرة وحيدة الجنس والزهرة ثنائية الجنس.

ج- الأزهار وحيدة المسكن والأزهار ثنائية المسكن.

د- الوسائل الطبيعية والصناعية في التكاثر الخضري.

هـ- النورة المحدودة وغير المحدودة النمو.

و- النورة العنقودية والنورة السنبلية.

9- اذكر مثالاً لكلٍ مما يلي:

أ- الحشرات المساعدة في عملية تلقيح الأزهار.

ب- النباتات التي تتلقح خلطياً والنباتات التي تتلقح ذاتياً.

ج- النورة السنبلية والنورة الخيمية.

د- الثمرة البسيطة والثمرة المتجمعة والثمرة المركبة.

10- على ضوء ما درست، عرف كلاً من المصطلحات الآتية:

أ- تكاثر النبات. ب- النورة.

ج- الثمرة. د- البذرة.

11- ضع علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة، وعلامة (x) أمام العبارة الخاطئة فيما يأتي:-

أ- من الناحية النباتية، تعرف الزهرة بأنها ساق متحورة لغرض التكاثر. (   )

ب- يُمثل المتاع عضو التذكير في الزهرة، بينما يُمثل الطلع عضو التأنيث فيها. (   )

ج- التلقيح هو عملية انتقال حبوب اللقاح الناضجة من متك زهرة إلى ميسمها أو إلى ميسم زهرة أُخرى. (   )

د- يتم تلقيح معظم الأزهار خلطية التلقيح بواسطة الحشرات، وتكون هذه الأزهار جذابة خصوصاً البتلات. (   )

هـ- يقصد بالإخصاب اندماج الأمشاج الذكرية، المنتقلة ضمن حبوب اللقاح، بالأمشاج الأنثوية المتواجدة في البويضات داخل المبيض لتكوين البذور. (   )

و- يتم في التكاثر اللاجنسي إنتاج نباتات جديدة باستعمال أي جزء من النبات المراد إكثاره باستثناء جنين البذرة الجنسي. (   )

ز- تترتب الأزهار على المحور النوري بطريقة واحدة فقط، فإما أن تكون النورة محددة أو غير محددة. (   )

ح- الثمرة هي عبارة عن مبيض الزهرة الناضج المتضخم بعد اكتمال عمليتي التلقيح والإخصاب وتكوين البذور. (   )

ط- تقسم الثمار تبعاً لتركيبها الزهري إلى ثلاثة أقسام هي البسيطة والمركبة والمتجمعة. (   )

ي- تعتبر ثمرة الفراولة من الثمار البسيطة الطرية. (   )



الوحدة الثامنة

العمليات الفسيولوجية في النبات

أهـــداف الوحـــدة

يتوقع منك بعد الانتهاء من دراستك لهذه الوحدة أن تكون قادراً على أن:

1- تتعرف علم فيسيولوجيا النبات وأهميته.

2- تتعرف عملية البناء الضوئي في النبات.

3- تتعرف حدوث عملية التنفس في النبات.

4- تتعرف عملية النتح والإدماع في النبات.

5- تتعرف العلاقات المائية في النبات.

6- تحدد دور العناصر الأساسية في تغذية النبات.

7- تتعرف أعراض نقص العناصر الغذائية في النبات.

1-8 تعريف علم فسيولوجيا النبات وأهميته في الإنتاج الزراعي:

علم فسيولوجيا النبات: هو العلم الذي يختص بدراسة وظائف الأعضاء في النبات، وكيف يؤدي كل عضو من أعضائه وظيفته، وذلك بدراسة العمليات الحيوية المختلفة التي تحدث داخل النبات، وعلاقتها بالبيئة المحيطة بالنبات، وتأثير ذلك على نمو وسلوك النبات أثناء فترة حياته، ويرتبط هذا العلم ارتباطاً وثيقاً بكثير من العلوم، من أهمها علمي التشريح والكيمياء.

تكمن أهمية دراسة علم فسيولوجيا النبات في فهم طبيعة العلاقات التركيبية والوظيفية بين الأجزاء المختلفة للنبات بغرض التوصل إلى توفير الظروف المناسبة لنمو وإنتاج النباتات المختلفة، والحصول من هذه النباتات على أقصى محصول كماً ونوعاً، فعلم فسيولوجيا النبات يبحث مثلاً كيف يستطيع جذر النبات امتصاص الماء من التربة، وكيف يمكن لهذا الماء الممتص الصعود إلى أعلى ضد الجاذبية الأرضية، وكيف يتخلص النبات من الماء عن طريق النتح، إضافة إلى ذلك يدرس هذا العلم كيف يستطيع النبات تجهيز غذائه بنفسه عن طريق أوراقه الخضراء من خلال عملية البناء الضوئي، وكيف يستطيع النبات التنفس لتوفير الطاقة اللازمة لكافة العمليات الحيوية التي تجري بداخله وكيف يتغذى النبات بالعناصر الغذائية المختلفة التي يمتصها للاستفادة منها في العمليات الحيوية المختلفة اللازمة لنموه وتطوره.

يعد علم فسيولوجيا النبات من أهم دعائم علوم الزراعة لذلك فإن أي تقدم في أبحاثه يتبعها حتماً تقدم في ميادين علوم الزراعة وإنتاج المحاصيل، وقد أسهم علم فسيولوجيا النبات بنصيب وافر في زيادة الإنتاج الزراعي بما قدمه من معلومات عن تحديد الاحتياجات السمادية والمائية والحرارية المثلى لأنواع المحاصيل المختلفة، ومدى تحملها للظروف البيئية المعاكسة من ملوحة وجفاف وغيرها.

كما كان لدراسة التحولات الغذائية في الأنسجة والأعضاء النباتية أثر كبير في إبتكار الطرق المختلفة لتخزين ونقل الثمار والخضروات من مناطق الإنتاج إلى مناطق الاستهلاك بكفائه عالية، مما يحافظ عليها ويرفع من قيمتها التسويقية. وحديثاً يعتبر استخدام التكنولوجيا الحيوية – وهي من الاهتمامات الرئيسية لعلم فسيولوجيات النبات– طريقاً هاماً وسريعاً للوصول إلى نباتات عالية الجودة ومقاومة للظروف غير الملائمة أو للإصابة بالأمراض المختلفة. وهكذا يُسهم علم فسيولوجيا النبات في زيادة الإنتاج الزراعي، وهي المشكلة الكبرى التي يواجهها العالم اليوم وفي سنواته القادمة، والناتجة عن النقص الحاد في المواد الغذائية مقابل الزيادة الهائلة في عدد السكان وما يترتب عليها من تهديد في مناطق شاسعة من العالم بالمجاعة.

2-8 البناء الضوئي Photosynthesis:

ينفرد النبات الأخضر بالطريقة التي يبني بها غذائية، فهو يحصل من البيئة المحيطة على مواد غير عضوية بسيطة التركيب، ومن تلك المواد يبني المركبات العضوية المعقدة الغنية بالطاقة، أما الحيوان فيعتمد في غذائه بصورة مباشرة أو غير مباشرة على النبات الأخضر ومنتجاته أو بقاياه أو غير ذلك. وفي الحقيقة يعتبر النبات الأخضر

أســاس التكوين العضوي على الأرض، ولا يشاركه في ذلك غير أنواع قليلة من البكتيريا، وكثير منها لا يقوم بهذا العمل إلا إذا خلت بيئتها من المواد العضوية.

وأهــم مـا يبنـيه النـبات مـن المـركبات المعقدة هي المواد الكربوهيدراتية والبروتينية والدهنية التي تكوّن غذاءه الأســاسي، وتـؤدي تلك المواد الغذائية وظيفتين أساسيتين، فهي مصدر للطاقة اللازمة لسائر العمليات الحيوية في النـبات، مـن جهـة ومـن جهـة أخرى وتستخدم في بناء البروتوبلازم والأصباغ والإنزيمات وغيرها من المركبات الخلـوية اللازمـة لحـياة النـبات، كـما أن كثيراً من هذه المركبات يُخزنها النبات في أعضائة المختلفة، كغذاء للإنسان والحيوان أو على هيئة مواد تستخدم في كثير من الأغراض.

وعمـوماً فالـتغذية حاجة أساسية لكل كائن حي لتوليد الطاقة اللازمة لحيويته ونشاطه وذلك للقيام بالعمليات المخـتلفة داخـل جـسمه أو للمحافظـة على سلامة أجهزته وحسن أدائها لوظائفها المختلفة، فقد جعل الله سبحانه وتعـالى للنـبات خاصـية عظمـى في تخلـيق غذائـه بنفـسه عـن طـريق عملـية تـسمى بعملـية البـناء أو التمثـيل الضوئي (Photosynthesis).

- ما هي عملية البناء الضوئي؟

1-2-8 تعريف عملية البناء الضوئي:

هـي العملـية التـي يـتم بواسـطتها تحويل الطاقة الضوئية إلى طاقة كيميائية تستخدم في بناء المواد الكربوهيدراتية داخـل الخلايـا الخـضراء للنـبات. ويمكـن تعـريفها أيـضاً بأنها العملية التي تبني فيها الخلية النباتية الخضراء المواد الكربوهيدراتية من ثاني أكسيد الكربون والماء بوجود الطاقة الضوئية، وينطلق الأكسجين كناتج ثانوي لهذه العملية، وتتم هذه العملية طبقاً للمعادلة التالية:

$$6\ CO_2 + 12\ H_2O \xrightarrow[\text{كلوروفيل}]{\text{ضوء الشمس}} C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 + 6\ H_2O$$

ماء + ثاني أكسيد الكربون ⟵(ضوء الشمس / كلوروفيل) سكر جلوكوز + أكسجين + ماء

هذه العملية تتم بصورة معقدة من التفاعلات الكيموحيوية، وما تُنتجه هذه التفاعلات من مركبات وسطية تكوّن في الـنهاية المـواد الكربوهيدراتية، وما سكر الجلوكوز يظهر في المعادلة إلا ناتجاً أولياً لا تتوقف عنده التفاعلات، بل تـستمر فيـتحد سـكر الجلوكـوز وغـيره مـن الـسكريات البـسيطة معـاً لـتكوين الـسكروز والنشأ وغيره من المواد الكـربوهيدراتية كـنواتج نهائـية لعملـية البـناء الـضوئي التي تستخدم لبناء المواد الأخرى كالمواد البروتينية الدهنية وغيرها.

8-2-2 حدوث التمثيل الضوئي في النبات:

- أين تتم عملية البناء الضوئي؟

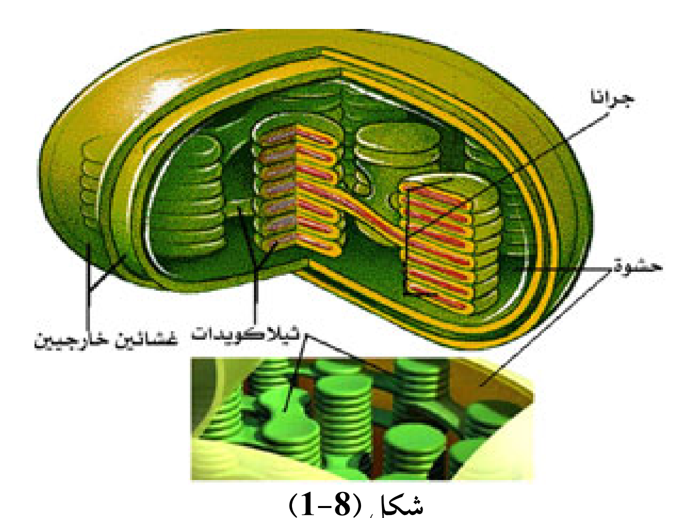
تحدث عملية البناء الضوئي في كل النباتات الخضراء وبعض البكتيريا، فتعتبر الورقة الخضراء في النبات هي العضو الرئيسي الذي تحدث فيه هذه العملية، بإضافة أي جزء نباتي أخضر اللون مثل السيقان الغضة والأوراق الكأسية وغيرها.

- لماذا الأجزاء الخضراء؟

تحتوي البلاستيدات الخضراء (Chloroplast)، على صبغة خضراء تعرف باليخضور أو بالكلوروفيل (Chlorophyll) تعمل على امتصاص الضوء وتحويل الطاقة الضوئية فيه إلى طاقة كيميائية. وتعتبر البلاستيدات الخضراء هي الوحدات الأساسية التي تقوم بعملية البناء الضوئي، وهي أجسام عُديسية الشكل توجد في السيتوبلازم لكثير من الخلايا البرنشيمية.

فما هو تركيب البلاستيدات الخضراء؟ وكيف يتلاءم تركيبها مع وظيفتها؟

تركيب البلاستيدات الخضراء:



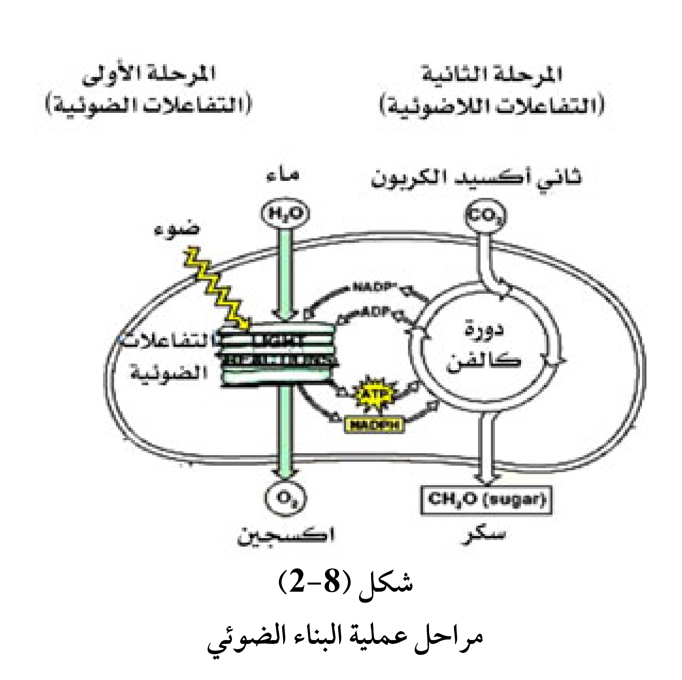
شكل (8-1)

البلاستيدات الخضراء مصنع الغذاء في النبات

تُحاط البلاستيدات الخضراء بغشاء مزدوج شكل (8-1)، يفصل البلاستيدة عن باقي مكونات السيتوبلازم، ويعمل على تنظيم انتقال المواد من البلاستيدة وإليها، ويحيط الغشاء المزدوج بصفائح غشائية مرتبة على شكل أكياس مسطحة تدعى **بالثيلاكويدات** (Thylakoids)، تترتب فوق بعضها على هيئة أقراص لتشكل ما يسمى **بالجرانا** (Grana)، وتنتظم هذه الأقراص بطريقة تسمح لها بامتصاص الحد الأقصى من الضوء الساقط على الجزء النباتي الذي يحوي هذه البلاستيدات (الورقة غالباً). تحتوي الثيلاكويدات على أصباغ مختلفة لها علاقة بعملية البناء الضوئي وبخاصة صبغة الكلوروفيل التي تعتبر المسئول الأول عن امتصاص الضوء، أما الحيّز الموجود بين الغشاء الداخلي للبلاستيدات الخضراء وأقراص الجرانا فيملؤه سائل كثيف يسمى **الحشوة** (Stroma)، وتحتوي الحشوة على معظم الإنزيمات اللازمة لعملية البناء الضوئي بالإضافة إلى احتوائها على حبيبات نشوية، وجزيئات DNA وRNA، وريبوسومات.

- كيف تتم عملية البناء الضوئي؟

البناء الضوئي في النبات من العمليات المعقدة، حيث تشمل على مجموعة تفاعلات كيميائية عديدة تحدث بصورة متتالية، ولتبسيط هذه التفاعلات يمكن تقسيمها إلى مرحلتين متميزتين تبعاً لحاجتها للضوء (شكل 8-2)، ولكنها مرتبطتان ببعضها، وهاتان المرحلتان هما:



شكل (8-2)

مراحل عملية البناء الضوئي

- **المرحلة الأولى: التفاعلات الضوئية Light Reactions:**

يتم في هذه المرحلة امتصاص الطاقة الضوئية (ضوء الشمس) بواسطة جزيئات الكلوروفيل ثم تحويلها إلى طاقة كيميائية على هيئة مركب ثلاثي فوسفات الأدينوسين (Adenosine Triphosphate)، ويرمز له اختصاراً بـ ATP. إذ تستخدم الطاقة الضوئية في تحليل جزيء الماء إلى أيون هيدروجين (H^+) وأيون هيدروكسيد (OH^-)، يعمل المرافق الإنزيمي $NADP^+$ على الاتحاد مع أيون الهيدروجين المتحرر لتكوين مركب NADPH. مركب الـ ATP ومركب الـ NADPH عبارة عن مركبين وسطيين كربونيين خازنين للطاقة التي تستخدم في المرحلة الثانية.

- **المرحلة الثانية: التفاعلات اللاضوئية Dark Reactions:**

يتم في هذه المرحلة بناء مركبات سكر ثلاثي الكربون بإضافة غاز ثاني أكسيد الكربون الجوي إلى المركبات الوسطية، التي تمر بسلسلة من التفاعلات تشكل حلقة كالفن (Calvin Cycle)، التي تنتهي بخزن الطاقة في السكريات والمركبات العضوية الأخرى الناتجة. في التفاعلات التي تتم ضمن حلقة كالفن، يمنح مركب الـATP الطاقة اللازمة لتكوين جزيئات الجلوكوز ($C_6H_{12}O_6$)، بينما يمنح ثاني أكسيد الكربون الجوي كل من عنصري الكربون والأكسجي،ن وأما الماء فيمنح جزيء الهدروجين وذلك عن طريق المرافق الإنزيمي $NADP^+$ المتحد سلفاً مع أيون الهيدروجين المتحرر (H^+) لتكوين (NADPH). تحدث تفاعلات هذه المرحلة في السائل المحيط بالجرانا أو ما يسمى الحشوة (Stroma)، ولا تستلزم هذه المرحلة وجود الضوء.

3-2-8 أهمية نواتج التمثيل الضوئي للنبات:

مما سبق يتضح أن ناتج عملية البناء الضوئي في النبات هو مركب كربوني وسطي تتكون منه السكريات التي يستخدمها النبات في عمليات الأيض والنمو والعمليات الحيوية الأخرى المختلفة، ومن هذا المركب الوسطي أيضاً تُشكل السكريات التي يستعملها النبات كمصدر للطاقة وكذا البعض الآخر من السكريات التي تُشكل مركبات من البروتينات والدهون وهذه المنتجات (السكريات، البروتينات والدهون) تُشكل الأساس الذي يعتمد عليه الإنسان والحيوان في غذائه من النبات بطريقة مباشرة أو غير مباشرة.

4-2-8 العوامل المؤثرة في عملية البناء الضوئي:

يتأثر معدل البناء الضوئي تأثراً واضحاً بالعوامل البيئية الخارجية، وهذه العوامل ذات أهمية رئيسية في تنظيم سرعة عملية البناء الضوئي، وقد يسبب غياب أحد هذه العوامل إيقاف عملية البناء الضوئي بالرغم من توافر العوامل الأخرى ومن أهم هذه العوامل ما يلي:

أ- **الضوء**: يزداد معدل البناء الضوئي ازدياداً طردياً بزيادة شدة الإضاءة إلى نقطة معينة بعدها يثبت معدل البناء الضوئي مهما ازدادت شدة الضوء، ويطلق على شدة الضوء التي يبدأ عندها ثبات معدل البناء الضوئي بنقطة التشبع الضوئي (Light Saturation Point).

ب- **درجة الحرارة**: العلاقة بين درجة الحرارة ومعدل البناء الضوئي هي علاقة طردية قبل وصول درجة الحرارة إلى الحد الأمثل المناسب لكل نبات، ولكن كلما ارتفعت درجة الحرارة عن الحد الأمثل، فإن العلاقة بعد ذلك تصبح عكسية، أي بمعنى أنه كلما ارتفعت درجة الحرارة يحدث مقابل ذلك انخفاض في معدل عملية البناء الضوئي، وذلك بسبب تأثير الحرارة المرتفعة على الإنزيمات التي تساعد في إتمام هذه العملية.

ج- **غاز ثاني أكسيد الكربون**: بزيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون يزداد معدل البناء الضوئي ازدياداً طردياً إلى حد معين عندها يثبت معدل البناء الضوئي.

د- **تركيز الأوكسجين**: على العكس من ثاني أكسيد الكربون فإن العلاقة بين الأوكسجين ومعدل البناء الضوئي هي علاقة عكسية.

3-8 التنفس Respiration:

يستعمل اصطلاح الآيض (Metabolism) للدلالة على التحولات الكيميائية التي تحدث في الخلايا الحية، وتنقسم هذه التحولات إلى قسمين رئيسين، أحدهما يسمى بالآيض البنائي (Anabolism)، والآخر يسمى بالآيض الهدمي (Catabolism)، وقد سبق أن علمت أن النبات يبني غذاءه ذاتياً من خلال عملية البناء الضوئي ويختزن هذا الغذاء في خلاياه على هيئة مركبات عضوية معقدة التركيب أبرزها السكريات، ولكي يستفيد النبات من هذه المركبات المعقدة التركيب، فإن خلاياه تلجأ إلى تكسير هذه المركبات المعقدة للحصول على إمداد مستمر بالطاقة من خلال عملية تسمى بالتنفس.

8-3-1 ما المقصود بالتنفس؟

يكثر استعمال كلمة التنفس للدلالة على ظاهرتين مختلفتين إحداهما عملية تبادل الغازات بين النبات ومحيطه أو حركة خروج ودخول الهواء من وإلى الرئتين في الإنسان والحيوان، فيمكن تسمية هذه الظاهرة بتبادل الغازات (Gaseous exchange)، وأما الظاهرة الأخرى فهي سلسلة تفاعلات التأكسد التي تحصل داخل الخلية الحية وينتج عنها تكسير الروابط الكربونية- الكربونية للمركبات العضوية (المواد الغذائية) المعقدة إلى مواد أبسط، مما ينتج عنه تحرراً للطاقة المخزونة في هذه المركبات والتي يستخدمها النبات للقيام بالعمليات الحيوية المختلفة داخل خلاياه فتسمى هذه الظاهرة بالتنفس الخلوي (Cellular respiration) أو التأكسد الخلوي (Cellular oxidation)، أي أن عملية التنفس في النبات ما هي إلا عبارة عن عملية الهدم الكيميائي للمواد الغذائية لإطلاق الطاقة في وجود الأكسجين، وينتج عن ذلك مركبات غنية بالطاقة (ATP) تستخدم لإتمام العمليات الحيوية في النبات وكذلك ينتج غاز ثاني أكسيد الكربون والماء كما في المعادلة التالية:

سكر جلوكوز + أكسجين ⟵ ثاني أكسيد الكربون + ماء + طاقة

$$C_6H_{12}O_6 + 6\,O_2 \longrightarrow 6\,CO_2 + 6\,H_2O + Energy$$

ولذلك فإن للتنفس الخلوي أهمية في:

أ- الحصول على الطاقة من المركبات العضوية (الجلوكوز) وهناك نوعين من الطاقة المنتجة:

1- طاقة كيميائية تختزن في مركب الـ ATP (ثلاثي فوسفات الأدينوسين) للقيام بالنشاطات الخلوية.

2- طاقة حرارية تتسرب إلى المحيط الخارجي فتساعد في الحفاظ على ثبات درجة حرارة الجسم.

ب- توفير الهيكل الكربوني لعملية البناء الضوئي من خلال ثاني أكسيد الكربون الناتج عن عملية التنفس.

8-3-2 العوامل التي تؤثر على عملية التنفس في النبات:

يتأثر معدل التنفس بالعديد من العوامل، يمكن تقسيمها إلى:

- عوامل خارجية
- عوامل داخلية.

أولاً- العوامل الخارجية:

تشمل العوامل الخارجية التي تؤثر على معدل التنفس الخلوي في النبات كلاً من العوامل التالية:

أ- **درجة الحرارة:** يرتفع معدل التنفس بارتفاع درجة الحرارة بين درجتي صفر و 45^{o}م، ويكاد أن يتوقف معدل التنفس عند نقطة التجمد، وهذا يفسر تخزين الفواكه والخضروات على درجات حرارة منخفضة لمدة أطول دون تلف.

ب- **تركيز الأكسجين في المحيط الخارجي:** الأكسجين ضروري لحدوث التنفس الهوائي وبانخفاض تركيز الأكسجين يلجأ النبات إلى التنفس اللاهوائي وبالتالي استهلاك مقدار أكبر من المواد المخزنة، كما أن الزيادة العالية في تركيز الأكسجين غير مناسبة، لأنها تثبط عمل إنزيمات التنفس، لذا من أجل الحفاظ على المواد المخزنة في النبات يراعى توفير القدر المناسب من الأكسجين.

ج- **تركيز غاز ثاني أكسيد الكربون (CO2) في المحيط الخارجي**: ينخفض معدل التنفس الخلوي في النبات بإرتفاع تركيز ثاني أكسيد الكربون في المحيط الخارجي حول النبات. وكمقارنة بين تركيز CO_2 في كل من الهواء والتربة، يكون تركيز CO_2 في الهواء عادةً أقل منه في التربة، وبالتالي فإن معدل التنفس في الشعيرات الجذرية يكون أقل منه في المجموع الخضري. بالإضافة إلى ذلك يؤثر تركيز CO_2 بصورة غير مباشرة على معدل التنفس كما يلي:

- في التركيز العالي من CO_2، تغلق الثغور وبالتالي يتوقف تبادل الغازات فيؤدي ذلك إلى انخفاض معدل التنفس.
- يتسبب التركيز العالي من CO_2 في كبح كثير من العمليات الحيوية ونتيجة لذلك ينخفض معدل التنفس، ولهذا السبب يتم حفظ العديد من ثمار الفواكه والخضروات بعد قطفها في جو يحتوي على تركيز عالٍ نسبياً من غاز CO_2 لغرض إطالة فترة خزنها.

د- **الضوء**: يساعد الضوء على ارتفاع معدل التنفس بطرق غير مباشرة كما يلي:

- يرفع الضوء درجة الحرارة التي بدورها ترفع معدل التنفس.
- تتفتح الثغور في الضوء، مما يُسهل تبادل الغازات وبالتالي ارتفاع معدل التنفس.
- الضوء عامل أساسي لحدوث عملية البناء الضوئي، فيستخدم النبات جزءاً من السكر حديث التخليق في عملية التنفس، لذا يساعد الضوء على رفع معدل التنفس.

هـ- **الماء**: تحتوي معظم أنسجة النبات على 80-95٪ ماء. لذا فإن التغيرات البسيطة في المحتوى المائي بصفة عامة ليس لها تأثير ملحوظ على معدل التنفس، بينما في حالة الإجهاد المائي (قلة الماء بشكل ملحوظ)، ينخفض معدل التنفس وظهر ذلك في حالة الثمار الجافة والبذور التي يكون فيها معدل التنفس منخفضاً بصفة عامة مقارنة ببقية أجزاء النبات الغضة الأخرى.

و- **الجروح**: تحدث الجروح - بصفة عامة حال تعرض النبات لأي ضرر خارجي فيرتفع معدل تنفس النبات وذلك بسبب الأتي:

- تصبح بعض الخلايا في منطقة الضرر مرستيمية نشطة تنمو بسرعة، وبالتالي يرتفع معدل التنفس فيها مقارنةً بالخلايا الناضجة.
- ينتج عن حدوث الجروح في أي نسيج نباتي ارتفاع معدل تنفس خلاياه نتيجة إطلاق مواد الطاقة لإنزيمات التنفس.

ز- **الملوثات**: يرتفع بصفة عامة معدل التنفس عندما يتعرض النبات لتراكيز عالية من ملوثات الجو الغازية، مثل غاز ثاني أكسيد الكبريت (SO2)، وأكاسيد النتروجين (NOX)، والأوزون (O3)، ويحدث نفس التأثير عند تعرض النبات للملوثات من المعادن الثقيلة، مثل الرصاص (Pb) والكادميوم (Cd) وغيرها. وعلى النقيض فإن التراكيز المنخفضة لبعض هذه الملوثات (مثل SO2 و NOX) ترفع معدل التنفس بسبب ارتفاع النشاط الخلوي بغرض تحويل هذه الملوثات إلى صورة غير ضارة.

أولاً- عوامل داخلية:

يتأثر معدل التنفس في البروتوبلازم ومواد التنفس الأولية في الخلية، ويمكن توضيح ذلك كما يلي:

أ- البروتوبلازم: تحتوي الخلايا المرستيمية - الحديثة التكوين النشطة عادةً - على كمية أكبر من البروتوبلازم مقارنةً بما تحتويه الخلايا الناضجة، لذا يكون معدل التنفس في الخلايا المرستيمية أعلى منه في الخلايا الناضجة.

ب- المواد اللازمة لعملية التنفس (الغذاء المتوفر للنبات): وهي المواد التي يتم أكسدتها داخل الخلية كمصدر للطاقة أثناء عملية النمو، ووفرة هذه المواد يسهم في رفع معدل التنفس الخلوي، وتعتبر المواد الكربوهيدراتية الذائبة كالجلوكوز والفراكتوز والمالتوز أهم المواد اللازمة لعملية التنفس.

- ما هو الفرق بين عمليتي التمثيل الضوئي والتنفس؟

يوضح الجدول (8-1) أهم الفروق بين عمليتي التمثيل الضوئي والتنفس:

جدول (8-1)

عملية التمثيل الضوئي	عملية التنفس
• تنتج الغذاء	• تستخدم الغذاء
• تنتج طاقة	• تستهلك طاقة
• تستخدم ماءاً	• ينتج عنها ماء
• تستخدم ثاني أكسيد الكربون	• ينتج عنها ثاني أكسيد الكربون
• تطلق أكسجين	• تستخدم أكسجين
• تحدث في ضوء الشمس	• تحدث في كل من الضوء والظلام

8-4 النتح والأدماع في النبات:

8-4-1 النتح Transpiration:

يعرف النتح بأنه فقد النبات للماء على هيئته بخار من أسطحه المعرضة للجو، وبالأخص الأوراق، وتساعد عملية النتح برفع العصارة النباتية المحتوية على الماء والأملاح من الجذور إلى الأوراق، كما توفر الرطوبة اللازمة لانتشار الغازات (O_2 و CO_2) من وإلى أوراق النبات شكل (8-3).

شكل (8-3)
النتح في النبات

• **أنواع النتح Types of Transpiration:**

يـتم خـروج معظم بخار الماء من النبات من خلال فتحات الثغور، ولكن إذا قابل بخار الماء مسالك في النباتات يـستطيع أن يـنفذ منها فإنه يتسرب من خلالها، حيث لوحظ أن النتح يحدث من خلال البشرة وما عليها من أدمة، وفي النباتات المسنة، يحدث من خلال العُديسات الموجودة على الأفرع الكبيرة والصغيرة، وعليه يمكن تقسيم النتح كالآتي:

أ- النتح الثغري Stomatal Transpiration:

يـوجد جهاز خاص على سطوح الأوراق لتنظيم حركة خروج الماء من النبات، ويتركب هذا الجهاز من مجموعة مـن الـثغور المبعثـرة على سطح الأوراق، ويسمى هذا النوع من النتح بالنتح الثغري، حيث يتم خروج معظم الماء المفقود من النبات عن طريق الثغور.

ب- النتح الأدمي Epidermal Transpiration:

وفـيه يفقـد النـبات المـاء مـن خلال سطوح البشرة لأوراق وسيقان النبات، ويسمى هذا النوع من النتح بالنتح الأدمـي، فكلـما كانـت طـبقة الأدمـة رقـيقة أومعدومـة كلـما ازداد فيها معدل النتح الأدمي. ففي الأوراق حديثة الـتكوين يكـون معـدل النـتح الأدمـي بها مرتفعاً، بينما يقل أو ينعدم هذا النوع من النتح في الأوراق المغطاة بطبقه سميكة من الكيوتين أو المواد الشمعية الأخرى، ونسبة ما يفقده النبات من الماء عن طريق النتح الأدمي يُعد ضئيلاً بالنسبة لما يفقده عن طريق النتح الثغري.

ج- النتح العُديسي Lenticel Transpiration:

في النـباتات الخـشبية يـتم فقـد الماء خلال العُديسات أو الشقوق التي تحدث في الطبقة الفلينية التي تحيط بفروع النباتات ويطلق على هذا النوع من النتح بالنتح العُديسي.

• **العوامل التي تؤثر على معدل النتح:**

أ- الرطوبة الجوية:

يتناسـب معـدل النـتح تناسباً عكسياً مع درجة رطوبة الجو، فكلما انخفضت درجة رطوبة الجو، كلما زاد معدل النتح، والعكس صحيح.

ب- حركة الهواء:

تؤثـر التـيارات الهوائـية عـلى معـدل النتح، وذلك لأن حركه الهواء تزيح طبقة الهواء المحملة ببخار الماء المتاخمة لسطوح الأوراق، وبذا تحل محلها طبقة أخرى أقل تشبعاً ببخار الماء، فيترتب على ذلك زيادة في معدل النتح.

ج- درجه الحرارة:

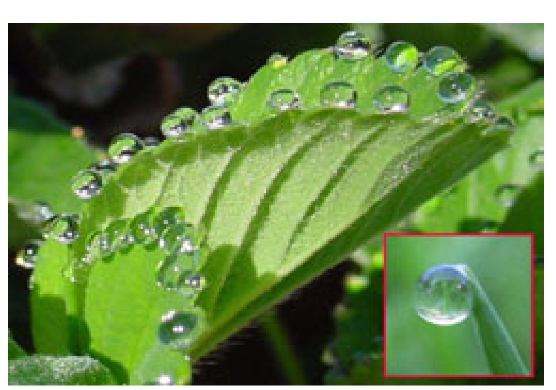
مـن المعـروف أن الـسوائل تحـتاج إلى درجـات متفاوتة من الحرارة لتبخيرها، فإذا توفرت كمية الحرارة اللازمة لتبخر الماء في النبات زاد تبعاً لذلك معدل النتح، كما أن ارتفاع درجة الحرارة يزيد من انخفاض درجة رطوبة الجو، الأمر الذي يزداد معه معدل النتح.

د- الضوء:

يؤثر الضوء على فتح وغلق الثغور، وبالتالي يؤثر على معدل النتح، حيث يعمل الضوء على رفع درجة حرارة الورقة، كما قد يؤثر الضوء على نفاذية الغشاء البروتوبلازمي للخلية، وبذا يسمح لكمية أكثر من الماء بالنفاذ من خلاله إلى جدار الخلية، فيؤدي ذلك إلى إرتفاع معدل النتح، كما أن الطاقة الضوئية قد تحول بعض جزيئات الماء إلى بخار دون الحاجة إلى رفع درجة الحرارة، وهناك عوامل داخلية تتحكم في معدل النتح مثل عدد وتوزيع الثغور على سطح الورقة والمحتوى المائي للخلايا والتحورات في تركيب النبات، كتحورات الأوراق.

8-4-2 الإدماع Guttation:

هو ظهور قطرات ماء في الصباح الباكر على حواف أوراق النباتات ذات الفلقتين مثل الطماطم أو على أطراف أنصال النباتات النجيلية مثل القمح والذرة شكل (8-4)، وتحدث ظاهرة الإدماع من خلال فتحات متخصصة توجد على حافة الورقة عند نهاية العروق تعرف بالثغور المائية (Hydathodes). وتتأثر ظاهرة الإدماع بعدة عوامل منها الامتصاص العالي للماء، والضغط الجذري وانخفاض أو انعدام النتح.



شكل (8-4)
الإدماع في النبات

8-5 العلاقات المائية في النبات Plant Water Relations:

قال تعالى: ﴿ وَجَعَلْنَا مِنَ ٱلْمَآءِ كُلَّ شَىْءٍ حَىٍّ ﴾

يحتاج النبات إلي قدر وافر من الماء، نظراً لما له من أهمية قصوى في حياته، فهو بالإضافة الى كونه أحد مركبات البروتوبلازم الأساسية اللازمة لمختلف أنواع النشاطات الحيوية في الخلية،فإن معظم العمليات الكيميائية التي تحدث في الخلية تتطلب وجود الماء كشرط أساسي لإتمامها، ويحصل النبات الراقي على حاجته من الماء من التربة بواسطة جذوره، ويصعد الماء الممتص من الجذر إلى الأوراق خلال الساق وفروعها الجانبية، إلا أن النبات لا يحتفظ بكل ما يحصل عليه من الماء، ولكن يفقد الجزء الأكبر منه عن طريق الأوراق في عملية النتح.

8-5-1 الانتشار الغشائي (الأسموزية) Osmosis:

- ما المقصود بالخاصية الأسموزية؟

الأسموزية هي العملية التي يتم فيها انتقال الماء من الوسط الأقل تركيزاً إلى الوسط الأعلى تركيزاً عبر الأغشية شبه المنفذة، والغشاء شبه المُنفذ، هو الغشاء الذي يسمح لجزيئات المذيب بالمرور من خلاله دون جزيئات المادة المذابة.

وقبل أن نتطرق إلى الدور الذي تقوم به الخاصية الأسموزية في حياة النبات، لابد لنا أن نعرف شيئاً عن كيفية حدوث الأسموزية، فإذا تصورنا إناءً به حيزان " أ " و"ب" بينهما حاجز، ووضعنا في الحيز " أ " محلول سكر تركيزه 30٪ وبالحيز "ب" محلول سكر تركيزه 10٪، وكان هذا الحاجز مُنفذاً للمادة الذائبة (السكر) والمذيب (الماء) على حدٍ سواء، وعليه فإن جزيئات الماء والسكر سوف تنتشر من الحيز " أ " إلى الحيز "ب" وكذلك من الحيز "ب" إلى الحيز " أ " في نفس الوقت، وتكون النتيجة في النهاية، تعادل تركيزي المحلول في الحيزين " أ " و"ب" على السواء. أما إذا كان الحاجز منفذاً لمادة دون أخرى كأن يكون مُنفذاً للماء دون السكر، فإن تركيز المحلول في الحيزين سيختلف.

ولتوضيح ظاهرة الأسموزية شكل (8-5) نعرض ما قام به العالم ثيسل (Thistle) لدراسة هذه الظاهرة، حيث وضع محلول سكر تركيزه 30 ٪ في قمع ذي ساق طويلة (قمع ثيسل)، ثم سد القمع سداً محكماً بغشاء شبه منفذٍ من ورق البارشمنت، الذي يسمح فقط بمرور جزيئات المذيب، ثم نكّس القمع في إناء به ماء نقي بحيث جعل سطح المحلول السكري داخل القمع وسطح الماء في الإناء في مستوى أفقي واحد، وبعد فترة بسيطة، لاحظ ارتفاع السائل في ساق القمع بالرغم من أن تركيز السكر داخل القمع (30٪) كان أعلى منه خارج القمع (صفر). ويرجع السبب في ارتفاع السائل داخل القمع إلى أن جزيئات السكر لا تنفذ خلال مسام الغشاء الفاصل (لكبر حجمها) فبقيت داخل القمع، أما جزيئات الماء فإنها نفذت بسهوله لصغر حجمها، كما أن تركيز الماء خارج القمع (100٪) كان أعلى منه داخله (95٪) فكان انتقال الماء من خارج إلى داخل القمع، واستمر عمود السائل في ساق القمع في الارتفاع إلى أن تساوى وزنه مع القوة الدافعة لدخول الماء في القمع، وعند ذلك توقف دخول الماء إلى المحلول السكري، ويقال للقوة التي جذبت الماء إلى القمع بالضغط الأسموزي (الأسموزية).

عصا قياس أو مسطرة
انبوب ثيسل
محلول سكري (30%) + لون أحمر
إناء زجاجي به ماء نقي
غشاء شبه منفذ من ورق البارشمنت أو غشاء من مثانة حيوان
رباط مطاطي

شكل (8-5)

تجربة العالم ثيسل (Thistle) لدراسة الخاصية الأسموزية

- **الأدوار التي تقوم بها الخاصية الأسموزية في حياة النبات:**

أ- تقوم بدور الحفاظ على الخلايا في الأنسجة النباتية في حالة امتلاء، لكي تستمر بالقيام بعمليات التحول الغذائي والنمو، كما تُكسبها صلابة وقوة، خصوصاً الأعضاء النباتية الرخوة كالقمم النامية في السوق والجذور.

ب- تقوم بدور هام في دخول الماء والأملاح إلى خلايا جذور النبات أثناء عملية الامتصاص من التربة.

ج- تتحكم الأسموزية في توزيع الماء داخل النبات بعد امتصاصه.

د- يساعد الضغط الأسموزي على زيادة قوة أنسجة البادرة، فيمكنها من اختراق جزيئات التربة أثناء عملية الإنبات.

هـ- للضغط الأسموزي دوراً هاماً في مدى مقاومة النباتات للظروف القاسية مثل ظروف التجمد والجفاف.

8-5-2 امتصاص الماء بواسطة النبات:

تسمى منطقة الجذر التي تقوم بامتصاص الماء من التربة بمنطقة الامتصاص أو بمنطقة الشعيرات الجذرية، وهي منطقة غضة خالية من المواد الشمعية والفلينية التي تحيط دائماً ببشرة الأعضاء النباتية الأخرى وتمنع نفاذ الماء، وعليه فإن الماء ينفذ من خلال جدر الشعيرات الجذرية إلى طبقات القشرة المتتالية، حتى يصل إلى خلايا طبقة البريسيكل، ومنها ينتقل إلى الأوعية الخشبية.

8-5-3 العوامل التي تؤثر على امتصاص النبات للماء:

توجد قوتان تعملان على جذب الماء من التربة ودفعه خلال طبقات الجذور إلى أن يصل إلى أوعية الخشب، وهاتان القوتان هما قوة التشرب، وقوة الامتصاص الأسموزية، وتكون هاتان القوتان معاً قوة الضغط الجذري التي تساهم في دفع الماء صعوداً من الجذر إلى بقية أعضاء النبات.

أ- قوة التشرب Imbibition:

إن الجدار الخلوي يعتبر من النوع الغروي الذي له القدرة على التشرب بالماء، وعلى ذلك فيمكن لجدر خلايا البشرة في الشعيرات الجذرية أن تتشرب بجزء من ماء التربة، وهذا الماء يمكن أن ينتقل من خلية إلى أخرى ملاصقة لها في اتجاه مركز الجذر عبر جدر هذه الخلايا بواسطة قوة التشرب، وانتقال الماء بهذه الطريقة من التربة إلى داخل الجذر ما هو إلا نتيجة لقوة التشرب فقط وليس للضغط الأسموزي. ومن المعروف إن كمية الماء التي تنتقل إلى داخل الجذر بهذه الطريقة ما هي ألا كمية ضئيلة بالنسبة لكمية الماء التي تنتقل بواسطة قوة الامتصاص الأسموزي.

ب- قوة الامتصاص الأسموزي Osmotic Potential :

انتقال الماء من خلية إلى أخرى مجاورة يعتمد على قوة الامتصاص الأسموزي، إذ ينتقل الماء إلى الخلية التي تكون قوة امتصاصها الأسموزية أكبر. وقد ثبت من التجارب أن الشعيرات الجذرية وخلايا البشرة في منطقة الامتصاص لها قوة امتصاص أسموزية موجبة، أي أن لها المقدرة على امتصاص ماء التربة، وهناك عوامل أخرى تؤثر على امتصاص الماء بواسطة الجذور مثل درجة حرارة التربة، والمحتوى المائي للتربة، وتهوية التربة، ودرجة تركيز المواد الذائبة في محلول التربة.

- هل تمتص جذور النباتات الماء فقط من التربة؟

عند توفر الرطوبة اللازمة في التربة، تذوب الأملاح الغذائية المعدنية، سواءً الموجودة أصلاً في التربة أو المضافة إليها، فتتفكك على هيئة أيونات، موجبة (+) وسالبة (-) صغيرة الحجم تنفذ مع الماء من خلال الجدار الخلوي السيلولوزي للشعيرات الجذرية، ولطبقة البروتوبلازم التي تبطن هذا الجدار ولها القدرة على إنفاذ العناصر التي

يحتاجها النبات دون غيرها، وتعزى هذه الظاهرة إلى خاصية البروتوبلازم والتي تعرف بخاصية "الإنفاذ الاختياري".

4-5-8 العوامل التي تساعد على صعود العصارة النيئة في النبات إلى أعلى:

تعمل عدة قوى على رفع الماء والأملاح الذائبة فيه من الجذور إلى الساق فالأوراق، وأهم هذه القوى ما يلي:

- الخاصية الشعرية.
- الضغط الجذري.
- قوة شدة الماء الناتجة عن النتح (أو القوة السالبة).

أ- الخاصية الشعرية:

تعتبر الأوعية الخشبية أنابيب شعرية، نظراً لأنها أوعية ضيقة جداً، إذ يتراوح قطرها بين 0.02 -0.5 ملليمتر، والمعروف أن الماء يرتفع في الأنابيب الضيقة بالخاصة الشعرية، بينما في الأوعية الخشبية التي يبلغ قطرها 0.02 ملليمتر، لا يرتفع 150 سم تقريباً، أما في الأوعية الخشبية المتسعة التي يصل قطرها إلى نصف ملليمتر فإن الماء يرتفع فيها إلى 6 سم فقط، لذلك تعتبر الخاصية الشعرية قوة ثانوية ضعيفة تساعد بقدر ضئيل جداً على رفع الماء في الأوعية الخشبية، ولا يمكن أن تفسر لنا هذه الخاصية صعود العصارة في النباتات العالية التي يصل ارتفاعها بضعة أمتار مثلا.

ب- الضغط الجذري:

ينشأ من استمرار امتصاص الشعيرات الجذرية للماء، وانتقاله خلال طبقات الجذر من طبقة إلى طبقة ضغط في الجذر يسمى الضغط الجذري ويعمل هذا الضغط على رفع العصارة النيئة في الأوعية الخشبية إلى أعلى في الجذر ومنه إلى الساق فالأوراق.

ج- قوة شدة الماء الناتجة عن النتح (أو القوة السالبة):

يفسر صعود الماء إلى قمم الأشجار العالية لا عن طريق دفعه من أسفل بواسطة الضغط الجذري بل عن طريق شده من أعلى بواسطة قوة شد عظيمة تنشأ في الورقة نتيجة لعملية النتح التي تنشأ عنها قوة شد كبيرة في الورقة وتسمى قوة الشد هذه بالقوة السالبة، لأنها لا تنشأ في الجذر، بل تنشأ في الورقة، فهي إذاً سالبة بالنسبة للجذر.

وتعتمد قوة شد الماء من أعلى على شدة التماسك بين جزيئات الماء الموجود في الأوعية الخشبية وكذلك على قوة التلاصق بين جزيئات الماء وجدران الأوعية الخشبية إذ يعمل هذا التماسك والتلاصق على وجود الماء داخل الوعاء الخشبي على شكل خيط رفيع متصل وغير منقطع.

ويؤدي النتح في الأوراق إلى نقص كبير في المحتوى المائي لخلايا النسيج المتوسط وهذه بدورها تسحب الماء من الأوعية الخشبية الموجودة في عروق الورقة وينشأ نتيجة لذلك قوة شد هائلة على خيوط الماء في الأوعية الخشبية ونظراً لشدة تماسك جزيئات الماء بعضها ببعض وتلاصقها بجدران الأوعية الخشبية وبالتالي وجود الماء في كل وعاء خشبي على شكل خيط شعري، فانه يمكن تصور الماء في النبات على شكل خيط يوجد أحد طرفيه في الثغر

ويـوجد طـرفه الآخر في التربة، فإذا شد الخيط من نهايته في الثغر، بفعل النتح، فإنه يسحب بأكمله كوحدة متصلة مـن طـرفه الآخـر في الـتربة، وبالتالي يرتفع إلى الأوراق، وهكذا يتم سحب الماء من التربة ليصل إلى قمم النباتات العالية بتأثير قوة الشد الناتجة عن النتح، أي بفعل القوة السالبة وهي قوة موجودة حتى مع إزالة الجذر.

8-5-5 النقل في اللحاء:

كما عرفت فيما سبق أن صعود العصارة النيئة يتم من خلال نسيج الخشب في الأعضاء المختلفة للنبات وذلك من الـتربة المحيطة بالجذور إلى الأوراق أعلى النبات، أما العصارة الناضجة التي تتكون كناتج لعملية البناء الضوئي في الأوراق فإنها تنتقل من الأوراق إلى باقي أعضاء النبات عن طريق نسيج اللحاء.

8-6 دور العناصر الأساسية في تغذية النبات:

8-6-1 التغذية المعدنية Mineral Nutrition:

يمكـن أن تعـرف الـتغذية (Nutrition) في النـبات بأنهـا مقدرة النبات على امتصاص المواد التي يحتاجها من المحـيط الـذي يعـيش فـيه واسـتخدامها في تـركيب خلاياه وأيضاً كمصدر للطاقة التي يستخدمها لنموه ونشاطه الحيوي، وتسمى المواد التي يحتاجها النبات أو أي كائن حي أخر بالمواد الغذائية (Nutrients). ويحتاج النبات في تغذيـته إلى الكثـير مـن المـركبات الكيميائية سواءً العضوية منها أو غير العضوية، وتمثل العناصر الغذائية في التربة الزراعية أهمية كبرى كمصدر هام لنمو النبات.

- متى يكون العنصر الغذائي أساسياً لنمو للنبات؟

يعتبر العنصر الغذائي أساسياً لنموالنبات عندما:

أ- لا يمكن للنبات أن يكمل دورة حياته دون ذلك العنصر.

ب- لا يمكن إحلال هذا العنصر بعنصر آخر.

فالعناصر الأساسية في تغذية النبات تشمل العناصر التالية:

الكـربون (C) الأكـسجين (O)، الهيدروجـين (H)، البوتاسـيوم (K)، الكالـسيوم (Ca)، النيتروجين (N)، الحديـد (F) الفـسفور (P)، الهيدروجـين (H)، الماغنـسيوم (Mg)، الكـبريت (S)، المنجنيـز (Mn)، النحاس (Cu)، الزنك (Zn)، الموليبدنيوم (Mo)، البورون (B). فالعناصر الغذائية التي يحتاجها النبات تمثل في غالبيتها عناصر غير عضوية (معدنية).

هل يحتاج النبات إلى جميع هذه العناصر بنفس القدر؟

تقـسم العناصر المعدنية إلى عناصر ضرورية كبرى وعناصر ضرورية صغرى بناءً على القدر الذي يحتاجه النبات من كل عنصر.

2-6-8 العناصر الضرورية الكبرى Macronutrients:

سميت بالعناصر الكبرى لأنها ضرورية جداً لحياة النبات ويحتاجها بكميات كبيرة (عادةً تكون أكثر من جزء واحد لكل 500 جزء من النبات)، وتشمل العناصر التالية:

أ- النتروجين (N):

يعتبر النتروجين أهم العناصر الضرورية لنمو النبات إذ يلعب هذا العنصر أدواراً هامة في حياة النبات.

- **أهم وظائف النتروجين في النبات:**
  - يدخل في بناء المواد البروتينية.
  - يعتبر من أهم مكونات البروتوبلازم.
  - يدخل في تركيب الكلوروفيل.
  - يدخل في تركيب كثير من مكونات الأزهار والثمار.
  - يتحكم في قدرة النبات على امتصاص الفوسفور والبوتاسيوم.

ويعتبر النتروجين عنصر النمو الخضري إذ يحتاجه النبات بكميات أكبر في مرحلة نموه الخضري مقارنةً بمراحل نموه الأخرى سواءً الزهرية أو الثمرية، ويوجد النتروجين في التربة على صورتين:

- الصورة المعدنية على هيئة أمونيوم أو نترات وهو الجزء الصالح للامتصاص.
- الصورة العضوية والتي لا يستفيد منها النبات إلا بعد تحللها وتحولها إلى الشكل المعدني.

ب- الفوسفور (P):

الفوسفور عنصر متحرك ضمن النبات، قليل الحركة في التربة، وهو من العناصر الغذائية الأساسية جداً في تغذية النبات، ويأتي الفوسفور بالمرتبة الثانية بعد النتروجين من حيث كميته في الأنسجة النباتية، ويلعب هذا العنصر أدواراً هامة في حياة النبات.

- **أهم وظائف الفوسفور في النبات:**
  - يدخل في تركيب بروتين النواة.
  - عنصر مهم في عمليات التنفس.
  - له دور في عمليات التحول للمواد الكربوهيدراتية داخل النبات مثل تحول النشا إلى سكر.
  - له دور في تمثيل الدهون.
  - يسرع في عمليات نضج الثمار.
  - يخزن الفوسفور في جذور الأشجار المثمرة عند عدم الحاجة إليه و ينتقل كذلك جزء منه من الأوراق في نهاية فصل النمو ويخزن في الجذور، وتعتبر البذور أغنى أجزاء النبات به، ويوجد الفوسفور في التربة على شكل عضوي أو معدني.

ج- البوتاسيوم (k):

يعتبر البوتاسيوم من العناصر الغذائية الأساسية للنبات، ويسمى هذا العنصر عنصر النوعية، لا يدخل في تركيب مواد هامة داخل الأنسجة النباتية، ويوجد فيها على شكل ملح ذائب غير عضوي، ويكثر في الخلايا المريستيمية، ويقوم بوظائف متعددة في حياة النبات.

- **أهم وظائف البوتاسيوم في النبات:**

- عنصر مهم في إنتاج وانتقال السكريات في النبات.
- يساعد على اختزال السكريات وتحولها إلى نشأ.
- وجوده أساسي لعمليات التمثيل الضوئي.
- يساعد في امتصاص النتروجين من التربة.
- يزيد في مقاومة النبات لبعض الأمراض.
- يقلل من عمليات النتح وبالتالي يزيد من مقاومة النبات للجفاف.
- يكسب السيقان والأوراق متانة.
- نهاية فصل النمو يعود جزء من البوتاس الموجود في الأوراق إلى الأنسجة الخشبية داخل النبات، حيث يخزن بها، ويلاحظ وجود الجزء الأكبر من هذا العنصر في الطبقات السطحية من التربة.

د- الكالسيوم (Ca):

الكالسيوم من العناصر الأساسية التي تدخل في بناء هيكل النبات، ويوجد الجزء الأكبر من الكالسيوم، في معظم النباتات، في الأوراق خصوصاً المسنة منها، ويمتص على صورةCa^{++}، وذلك إما من المحلول الأرضي أو من الكالسيوم المتبادل مباشرة، وهو عنصر غير متحرك ضمن النباتات، لذلك تظهر أعراض نقصه على الأوراق الحديثة النمو أولاً، وتظهر أعراض نقصه أكثر في الأراضي الحامضية، ويقوم الكالسيوم بوظائف متعددة في حياة النبات.

- **أهم وظائف الكالسيوم:**

- له دور أساسي في تكوين الجدر الخلوية وتحديد درجة نفاذيتها ويدخل في تركيب الصفيحة الوسيطة للخلايا أثناء انقسامها وذلك على صورة بكتات الكالسيوم.
- يعمل على تنشيط الأنسجة المريستيمية في القمم النامية.
- يؤثر في حركة انتقال الكربوهيدرات في النبات.
- للكالسيوم دور في امتصاص النبات لبعض العناصر من التربة أو من المحاليل الغذائية.

هـ- الماغنسيوم (Mg):

يوجد عنصر الماغنسيوم بكثرة في البذور وقمم السوق والجذور، كما هو الحال في عنصر الفسفور، والماغنسيوم عنصر متحرك ضمن النبات، ويوجد في التربة بكميات كافية، ويمتص هذا العنصر على هيئة أيونات الماغنسيوم

الموجبة (Mg^{++})، وتظهر أعراض نقصه غالباً في الأراضي الخفيفة، ويكثر وجوده في البذور مرتبطاً مع الفوسفور، وعلى اعتبار أنه عنصر متحرك فإن أعراض نقصه تظهر على الأوراق السفلية من الفروع أولاً.

- **وظائف الماغنسيوم**

- يدخل في تركيب جزيء الكلوروفيل، وبالتالي تكون له أهمية في عملية البناء الضوئي.
- له علاقة بتكوين الزيوت داخل أنسجة النبات.
- يساعد في تحرك الفوسفور والكربوهيدرات داخل النبات.
- ضروري لتنشيط عدد من الأنزيمات الداخلة في تخليق الأحماض النووية (DNA و RNA).

و- الكبريت (S):

الكبريت عنصر متحرك يمتص على صورة كبريتات (SO_4^{++})، ثم يُختزل في النبات إلى كبريت، وإذا زادت كميته عن حد معين فإنه يسبب خفض رقم pH التربة. ويكثر وجود الكبريت في الطبقة السطحية من التربة، وهو عنصر غير متحرك، لذا فإن أول أعراض نقصه تظهر على الأوراق حديثة التكوين.

- **وظائف الكبريت:**

- يدخل في تركيب بعض الأحماض الأمينية والهرمونات النباتية.
- يدخل في تركيب الزيوت الطيارة، كما في البصل والثوم والخردل.
- يساعد في تكوين صبغة الكلوروفيل.

3-6-8 العناصر الضرورية الصغرى Micronutrients:

لا تقل هذه المجموعة من العناصر أهميةً عن العناصر الكبرى، فهي ضرورية جداً لحياة النبات ولكن يحتاجها النبات بكميات صغيرة، وتشمل العناصر الغذائية الصغرى كل من العناصر التالية:

أ- الحديد (Fe):

يمتص النبات الحديد على صورة أيون حديديك (Fe+++) ويختزله إلى صورة أيون حديدوز (Fe++)، وينشط داخل النبات على هذه الصورة، ويعتبر الحديد من أقل العناصر حركة في النبات، لذا تظهر أعراض نقصه في أجزاء النبات حديثة النمو.

- **وظائف الحديد في النبات:**

- يلعب دوراً وسيطاً وأساسياً في تكوين صبغة الكلوروفيل ولكنه لا يدخل في تركيبها.
- يلعب دوراً أساسياً في التنفس من خلال تركيب بعض الأنزيمات.
- يلعب دوراً أساسياً في تحويل النتروجين الذائب في الأوراق إلى بروتين، ولهذا البروتين دور كبير في حماية الكلوروفيل من أشعة الشمس الشديدة والأكسدة.

ب- الزنك (Zn):

لهذا العنصر تأثير سام على النبات، ولذا يُستعمل بتركيزات منخفضة جداً، ويمتص من التربة على شكل أيونات ++Zn ويكون تركيزه عالياً في الطبقات السطحية من التربة ويقل مع العمق. يرتبط ذوبان الزنك في التربة بدرجة حموضتها. تترافق في العادة أعراض نقص كل من الزنك والحديد.

- **وظائف الزنك في النبات:**

- يلعب دوراً في بناء الهرمونات النباتية.
- يلعب دوراً أساسياً في بناء التريبتو فإن المركب الكيميائي الذي يتركب منه الهورمون الأكسيني (IAA).
- ينشط العديد من الإنزيمات في التحولات الغذائية.

ج- المنجنيز (Mn):

يحتاج النبات إلى كميات ضئيلة من هذا العنصر، وتعتبر أملاحه سامة للنبات إلا إذا وجدت بتركيزات منخفضة، ويكثر وجود هذا العنصر في الأجزاء النباتية ذات النشاط الفسيولوجي العالي، خاصة الأوراق، والمنجنيز عنصر قليل الحركة في النبات يمتص على صورة ++Mn.

- **وظائف المنجنيز في النبات:**

- عنصر أساسي في التنفس وآيض النتروجين (يحصل تمثيل للنترات داخل النبات).
- له علاقة بتكوين الكلوروفيل وبعض الأحماض العضوية.

د- النحاس (Cu):

يحتاجه النبات بكميات ضئيلة، ونادراً ما تظهر أعراض نقصه، ويوجد في التربة بكميات قليلة خاصة في الطبقات السطحية.

- **وظائف النحاس في النبات:**

- عامل مساعد في تكوين إنزيمات التنفس وتكوين الكلوروفيل.
- يزيد من مقاومة النبات للأمراض الفطرية.

هـ- البورون (B):

يوجد البورون بكميات قليلة في التربة، ويحتاجه النبات بكميات منخفضة جداً، وتسبب الكميات الكبيرة منه تسمم النبات، وتعتبر زيادة الكالسيوم في التربة أحد أهم أسباب نقص البورون، بالإضافة إلى ارتفاع مستوى الماء الأرضي وسوء التهوية، ويمتص البورون على صورة بورات (BO_2).

- **وظائف البورون في النبات:**
  - يتحكم في امتصاص الماء من التربة، كما يتحكم بنسبة الماء المتواجد داخل النبات.
  - له دور فعال في حركة السكريات الناتجة من عملية التمثيل الضوئي إلى أماكن تخزينها.
  - مهم لعمليات التلقيح داخل الزهرة.
  - ضروري لتكوين الهرمونات والبروتينات في النبات.

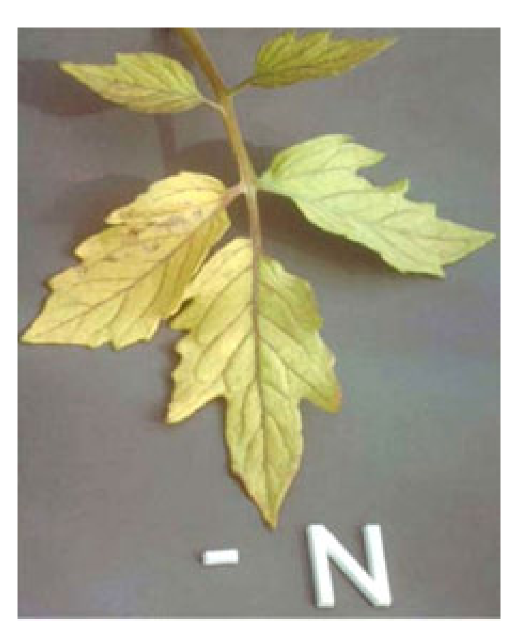
و- المولبيدنيوم (Mo):

يمتصه النبات بكميات قليلة جداً على هيئة مولوبيدات ونادراً ما تظهر أعراض نقصه على النبات. ذوبانه في التربة مرتبط بدرجة الحموضة حيث يثبت في الأراضي الحامضية ويكون ذوبانه أكثر في الأراضي القلوية.

- **وظائف المولبيدنيوم:**
  - يدخل في تكوين البروتينات من خلال اختزال النترات.
  - ضروري لتكوين حمض الأسكوربيك (فيتامين C).
  - ضروري لبكتيريا الأزوتوبكتر في تثبيت النتروجين الجوي.

4-6-8 أعراض نقص العناصر الغذائية على النبات Nutrients Deficiency Symptoms:

تعتمد التغذية الجيدة بصفة عامة على التوازن بين العناصر الغذائية التي يحتاج إليها النبات، سواء أكانت هذه العناصر متوفرة أصلاً في التربة أو مضافة على شكل أسمدة. ينمو النبات في أفضل حالاته عند توفر العوامل المثلى اللازمة لنموه، ويعتبر التوازن بين العناصر الغذائية،كماً وكيفاً، من أهم هذه العوامل. وعند اختلال هذا التوازن بنقص كمية أي من العناصر الغذائية فإن التأثير يكون واضحاً على النبات سواء بظهور أعراض خارجية مرئية على النبات أو بشكل غير مباشر بتأثيره على نشاطه الحيوي.



شكل (8-6)

أعراض نقص عنصر النتروجين على أوراق نبات الطماطم

- **أعراض نقص النتروجين:**

أ- ضعف النمو وتوقفه في حالات النقص الشديد.

ب- نقص في حجم الأوراق.

ج- يكون لون الأوراق أصفر شاحب (شكل 8-6).

د- تبدأ أعراض النقص على الأوراق القاعدية للنبات ثم تظهر على الأوراق في قمته.

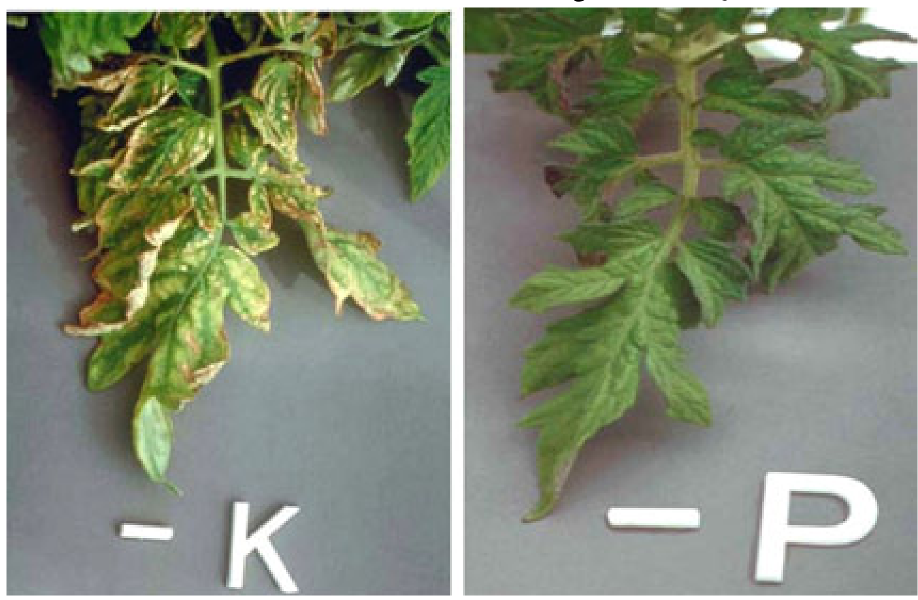
هـ تشكل أعناق الأوراق زاوية حادة مع الساق.

و- تكون الفروع متخشبة ورفيعة وصغيرة ولونها أحمر أو بني.

ز- في حالات النقص الشديد تكون الثمار صغيرة وتنضج قبل وقتها وتتساقط، وقد لا تتكون ثمار إطلاقاً.

- **أعراض نقص الفوسفور:**

أ- يصبح لون الأوراق أخضر مزرق (شكل 8-7).



شكل (8-7)

أعراض نقص عنصري الفسفور (P) والبوتاسيوم (K) على أوراق نبات الطماطم

ب- تبقى الأوراق صغيرة وتظهر النموات الحديثة بلون أرجواني أو أحمر بسبب تراكم صبغة الانثوسيانين.

ج- يظهر لون أرجواني على عروق وأعناق الأوراق السفلى.

د- يقل تكوين البراعم الثمرية.

هـ- في حالات النقص الشديد تتبرقش الأوراق الكبيرة باللون الأصفر الفاتح والأخضر الغامق ثم تسقط سريعاً.

- **أعراض نقص البوتاسيوم:**

أ- اصفرار حواف الأوراق باتجاه العرق الوسطي، مع التفاف حواف الأوراق إلى أسفل وصغر أحجامها شكل (8-7).

ب- يتحول اللون الأصفر في الأوراق إلى الأسمر ثم البني قبل احتراق الأوراق وخاصة في منتصف الفروع.

ج- يقل تكوين البراعم الثمرية في الأشجار المثمرة، وتكون مواصفات الثمار الناتجة سيئة.

- **أعراض نقص الكالسيوم:**

أ- جفاف القمم النامية للفروع والجذور.

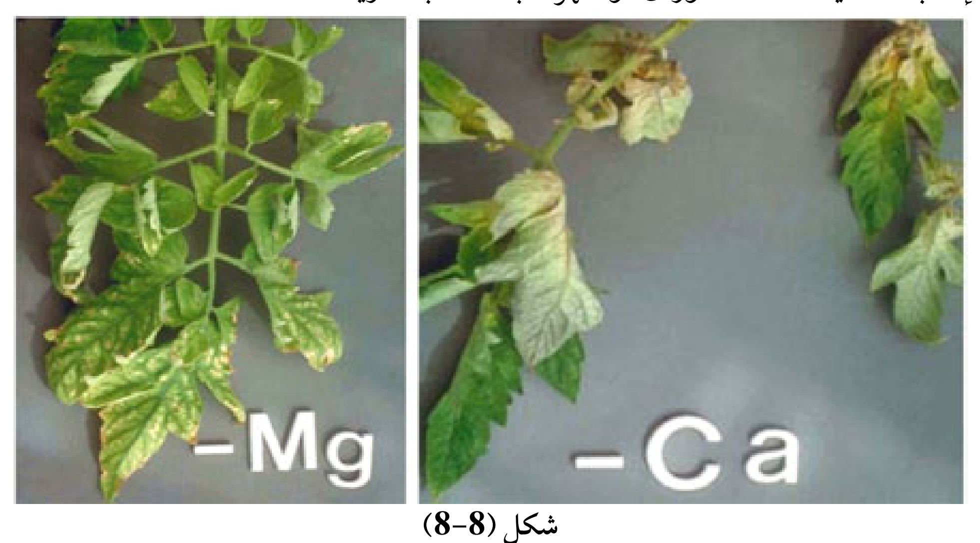
ب- تظهر بقع ميتة على الأوراق مع التواء أطراف الأوراق حديثة النمو ثم تجف وتتقصف، شكل (8-8).

ج- تكون بقع ميتة على الثمار.

د- تظهر الجذور قصيرة وملتوية وتموت معظمها بدءاً من القمة.

- **أعراض نقص الماغنسيوم:**

زوال اللون الأخضر بين العروق مع بقاء العروق خضراء شكل (8-8)، وتتأثر الأوراق الكبيرة أولاً وفي حالات الإصابة الشديدة تسقط الأوراق، وتظهر النباتات شبه عارية.



شكل (8-8)

أعراض نقص عنصري الكالسيوم (Ca) والماغنسيوم (Mg) على أوراق نبات الطماطم

- **أعراض نقص الحديد:**

أ- اصفرار الأوراق حديثة النمو، وبتقدم حالة النقص تتحول جميع الأوراق إلى اللون الأصفر وقد تصبح شبه بيضاء وخاصة في النموات الحديثة (شكل 8-9).

ب- تحترق أطراف الأوراق وتصبح بنية اللون، وفي حالات النقص الشديد تحترق الورقة كاملةً وبخاصة في النموات الحديثة.

ج- ضعف الإنتاج أو عدمه.

- **أعراض نقص الزنك:**

أ- تظهر بين عروق الأوراق القديمة بقع صفراء، بدءاً من حواف الأوراق (شكل 8-9).

ب- الأوراق الجديـدة تكـون صغيرة والسلاميات تكون متقزمة، مما ينتج عنه تقزم الفروع فتبدو متوردة الشكل (ظاهرة التورد).

ج- تضعف قدرة الأشجار في تكوين البراعم الثمرية وبالتالي الثمار.



شكل (8-9)

أعراض نقص عنصري الحديد (Fe) والزنك (Zn) على أوراق نبات الطماطم

- **أعراض نقص النحاس:**

أ- اصفرار الأوراق وموت البراعم.

ب- قصر السلاميات.

ج- نخـر في قمـم الأوراق الحديـثة والـذي يمتد إلى حواف هذه الأوراق فيعطيها مظهر الذبول، مما قد يؤدي إلى موت الأوراق.

- **أعراض نقص الكبريت:**

أ- ظهور اللون الأصفر الشاحب على الأوراق الحديثة.

ب- جفاف الفروع في الأشجار المثمرة.

ج- تقزم السلاميات.

- **أعراض نقص المنجنيز:**

أ- اصـفرار الأوراق بـين العـروق، كـما في حالـة الماغنـسيوم، مـع الفـارق هـنا أن الإصـفرار يكون في الأوراق حديثة السن.

ب- ظهور بقع بنية محروقة على الأوراق.

ج- في حالات النقص الشديد قد تتساقط الأزهار والأوراق.

- **أعراض نقص البورون:**

أهم أعراض نقص البورون موت البراعم والقمم النامية وموت أطراف الجذور وتكسر الأغصان والأوراق بسهولة.

وهناك أعراض خاصة تختلف باختلاف المحصول أهمها:

أ- في اللوزيات، لا تتفتح البراعم.

ب- في الشعير، لا يتكون الحب في السنابل.

ج- في الحمضيات، تظهر على الأوراق بقع مائية وفي الثمار يزداد سمك القشرة ولا تتكون البذور وتكون الثمار جافة وجامدة ويقل فيها العصير وكذا نسبة السكر.

د- في التفاح، تتشكل بقع فلينية على سطح الثمار.

هـ- في القطن، تتقزم السلاميات ويموت النسيج المرستيمي وتصبح الأوراق سميكة قابلة للكسر، كما تسقط البراعم الزهرية.

- **أعراض نقص الموليبدنيوم:**

أ- اصفرار الأوراق الطرفية، ثم تظهر بقع بنية اللون يتبعها احتراق حواف الأوراق.

ب- تجعد الأوراق.

ج- في حالة النقص الشديد، قد تموت الأوراق، وقد لا تتكون الأزهار، وفي حال تكونها تسقط قبل عقد الثمار.

8-6-5 طرق الكشف عن نقص العناصر الغذائية في الحقل:

سبق أن درست أن نقص أي عنصر من العناصر الأساسية يؤثر تأثيراً كبيراً في نمو النبات، فتظهر عليه أعراض النقص الخاصة بكل عنصر، وللكشف عن هذا النقص هناك عدة طرق، منها:

أ- الكشف من خلال المظاهر الخارجية للنبات:

تعتبر من أهم الطرق لتشخيص نقص العناصر الغذائية على النباتات، ومن السهل أحياناً تمييز الأعراض المظهرية الناتجة عن نقص أي من العناصر بمجرد الرؤية، غير أنه في كثير من الأحيان وخاصة عندما تتشابه الأعراض - كأعراض الاصفرار الناتجة عن نقص الحديد والمنجنيز أو غيرهما – يختلط الأمر ويصبح الاكتفاء بالتشخيص المظهري للنبات أمراً غير مكتمل، ولمعالجة قصور هذه الطريقة هناك طرق أخرى للتحليل.

ب- الكشف بتحليل التربة:

عادة ما تتبع هذه الطريقة في التحليل لمعرفة الحالة الغذائية للتربة من العنصر أو العناصر المشكوك في تسببها لظهور أعراض النقص في النبات.

ج- الكشف بتحليل النبات:

تُستخدم هذه الطريقة لمعرفة تركيز العنصر أو العناصر المشكوك في تسببها لأعراض نقص العناصر الغذائية الأساسية في الحقل، ويتم ذلك عادةً بتحليل النبات كاملاً أو أحد أعضائه وعادة ما تكون الورقة.

تقــويم الوحــدة الثامنــة

أجب عن الأسئلة الآتية:

1- عرف علم فيسيولوجيا النبات واذكر أهمية هذا العلم في الزراعة.

2- عرف عملية البناء الضوئي واذكر أهميتها.

3- ما المقصود بعملية التنفس في النبات وما هي أهميتها للنبات والبيئة المحيطة به؟

4- فرق بين عمليتي النتح والإدماع في النبات.

5- كيف يتم امتصاص الماء في النبات و ما هي العوامل المؤثرة في ذلك؟

6- عدد العناصر المعدنية الأساسية في تغذية النبات، مع ذكر أهم الأدوار لكل عنصر من هذه العناصر.

7- اذكر بإيجاز الفرق بين كل مما يلي:

أ- عملية البناء الضوئي والتنفس في النبات.

ب- قوة التشرب وقوة الامتصاص (قوة الشد في النبات.

ج- العناصر الكبرى والصغرى الضرورية لنمو النبات.

د- أعراض نقص النتروجين والحديد على النبات.

8- ضع علامة (✓) أمام العبارة الصحيحة، وعلامة (x) أمام العبارة الخاطئة فيما يأتي:

1- عملية البناء (التمثيل) الضوئي تبني فيها الخلية النباتية الخضراء المواد الكربوهيدراتية من ثاني أكسيد الكربون الجوي والماء بوجود الطاقة الضوئية. ( )

2- التنفس في النبات هو عبارة عن عملية تبادل الغازات بين النبات ومحيطه، أي حركة خروج ودخول الهواء عبر الثغور. ( )

3- يعرف النتح بأنه فقد النبات للماء على هيئته بخار من أسطحه المعرضة للجو، وبالأخص الأوراق. ( )

4- الإدماع هو ظهور قطرات ماء في الصباح الباكر على حواف أوراق النباتات ذات الفلقتين مثل الطماطم أو على أطراف أنصال النباتات النجيلية مثل القمح والذرة. ( )

5- الأسموزية هي العملية التي يتم فيها انتقال الماء من الوسط الأعلى تركيز إلى الوسط الأقل تركيز عبر الأغشية شبه المنفذة. ( )

6- انتقال الماء من خلية إلى أخرى مجاورة يعتمد على قوة التشرب. ( )

7- يفسر صعود الماء إلى قمم الأشجار العالية عن طريق شده من أعلى بواسطة قوة شد عظيمة تنشأ في الورقة نتيجة لعملية النتح. ( )

8- تنتقل العصارة الناضجة التي تتكون كناتج لعملية البناء الضوئي من الأوراق إلى باقي أعضاء النبات عن طريق نسيج الخشب. ( )

9- التغذية في النبات هي مقدرة النبات على امتصاص المواد التي يحتاجها من المحيط الذي يعيش فيه واستخدامها في تركيب خلاياه وكمصدر للطاقة التي يستخدمها لنموه ونشاطه الحيوي. ( )

10- سميت العناصر الكبرى بهذا الاسم لأنها ضرورية جداً لحياة النبات ويحتاجها بكميات كبيرة.( )

الوحدة التاسعة

أساسيات الوراثة وتطبيقاتها في النبات

Principles of Genetic and Its Applications in Plant

أهـــداف الوحـــدة

يتوقع منك بعد الانتهاء من دراستك لهذه الوحدة أن تكون قادراً على أن:

1- تتعرف مفهوم علم الوراثة.

2- تتعرف الأطوار المختلفة لعمليتي الانقسام غير المباشر والاختزالي.

3- تتعرف الكروموزومات وأهميتها في حمل الصفات الوراثية.

4- تتعرف مفهوم الأحماض النووية وأنواعها وتركيبها وطبيعة عملها.

5- توضح مفهوم توارث الصفات في النبات.

6- تتعرف التطبيقات العملية لقوانين مندل.

7- تتعرف مفهوم الطفرات وأسباب حدوثها.

1-9 علـــم الوراثـــــة:

1-1-9 مقدمة عن علم الوراثة *Introduction to Genetics*:

لاحـظ الإنـسان مـنذ آلاف السنين، أن العديد من الصفات المتوارثة تنتقل من جيل لآخر في الكائنات المختلفة، حيث إن الأبناء تأتي شبيهة بآبائها، فالبشر يخلفون بشراً مثلهم، والنبات الناتج عن نوع من البذور يأتي مشابهاً للنبات التـي أنتجت منه تلك البذور، وهكذا في بقية الكائنات الحية. ولقد توصل الإنسان إلى أن تشابه الأجيال المتعاقبة في الكائـنات الحـية يحدث نتيجة لانتقال الصفات من الآباء إلى الأبناء جيلاً بعد جيل. ويطلق على هذه الظاهرة بعملية التوارث (*Heredity*).

اسـتغل الإنـسان هـذه الظاهـرة في انـتخاب بعـض الـصفات المرغوبة الناتجة من التزاوج بين السلالات النباتية لإكثارها والمحافظة عليها لاستغلالها والانتفاع بها، وقد مارس الأبناء الانتخاب منذ القدم ولا سيما البابليين وقدماء المصريين و غيرهم. ويرتبط علم الوراثة بكثير من العلوم مثل علم الكيمياء الحيوية وعلم الخلية وعلم الأحياء وعلم الخلية وعلم التشكل وعلم التطور وغيرها.

- **ما المقصود بعلم الوراثة؟**

هو العلم الذي يبحث في كيفية انتقال الصفات من الآباء إلى الأبناء عبر الأجيال في جميع الكائنات الحية، ودراسة أوجه التشابه والاختلاف لتلك الصفات بين أفراد النوع الواحد، وببساطة فإن علم الوراثة هو العلم الذي يدرس المادة الوراثية للكائنات الحية من حيث التركيب والوظيفة والسلوك.

- **ما وسيلة نقل الصفات الوراثية من الآباء إلى الأبناء؟**

يتم انتقال الصفات الوراثية من الآباء إلى الأبناء عبر الأمشاج التناسلية للآباء عن طريق عملية التزاوج؛ مما يجعل سلالات النوع الواحد متشابهة منذ ظهورها على سطح الأرض.

- **كيف تطور علم الوراثة؟**

2-1-9 تطور علم الوراثة:

أول مـن توصل إلى نتائج ذات أهمية في علم الوراثة هو الراهب النمساوي جريجور جوهان مندل الذي عاش في القرن التاسع عشر (1822-1884م) وعمل راهباً ومدرساً للعلوم والرياضيات في العام 1843م، وبدأ تجاربه على نـبات الـبازلاء عـام 1856م، حيث ركـز في تجاربـه عـلى دراسـة بعض الصفات المتباينة لنبات البازلاء مستخدماً الأسـلوب العلمـي في الـبحث والتجـريب، ممـا سـاعده في وضـع الأسس الحالية لعلم الوراثة والتوصل إلى بعض قوانينها، ونشر نتائج أبحاثه حول عملية التوارث عام 1866م، وفي حينها لم يهتم العلماء بتلك النتائج، فظلت نتائج تجاربـه مجهـولة حتـى عـام 1900م، بعـدها كُـشف النقاب بواسطة بعض العلماء الآخرين الذين أوضحوا أهمية ما توصل إليه وأُطلق عليه أبو علم الوراثة الحديث، حيث شكلت أبحاثه الناجحة أساساً لتطور علم الوراثة الحديث.

3-1-9 أهمية علم الوراثة Importance of Genetic Science:

يعتبر التحسين الزراعي والحيواني من أهم التطبيقات العملية لعلم الوراثة، حيث يتم استنباط سلالات جديدة للاستفادة منها في تحسين الإنتاج الغذائي كماً ونوعاً، كما يستفاد من هذا العلم بمعالجة الأمراض الوراثية التي تصيب الإنسان أو الحيوان، بالإضافة إلى استغلاله للتطوير الموجّه بواسطة الإنسان لاستبعاد الصفات غير المرغوبة والمحافظة على الصفات النافعة.

ويعتمد علم الوراثة على البحث في المجالات التالية:

أ- **الوراثة الجزيئية**: ويختص هذا الفرع بدراسة تركيب ووظيفة الأحماض النووية (DNA, RNA) التي تشكل أساس الكائن الحي، حيث تلعب الدور الرئيسي في تكوين البروتينات المسؤولة عن صفات وسلوكيات الكائن الحي.

ب- **الوراثة الخلوية**: تهتم بدراسة محتوى الخلية من المادة الوراثية، من حيث الشكل المظهري للكروموسومات وسلوكها، كالتضاعف وآلية الانتقال أثناء الانقسام الخلوي وما يطرأ عليها من تغيرات وأثر ذلك على توارث الصفات.

جـ- **الوراثة على مستوى الفرد**: يهتم هذا الفرع بدراسة آلية انتقال العوامل الوراثية (الجينات) بين الأفراد المختلفة من جيل إلى آخر، والعلاقة بين هذه العوامل وتأثيرها على صفات الكائن الحي، وهذا ما يطلق عليه بعلم الوراثة المندلية.

2-9 انقسام الخلية النباتية Division of Plant Cell:

الخلية هي وحدة التركيب والوظيفة في الكائنات الحية وتنقسم بدورها انقسامات متوالية لتكون الأنسجة المختلفة للكائن الحي سواءً كان نباتاً أو حيواناً. ويحدث انقسام الخلية في مرحلتين تسمى المرحلة الأولى بالانقسام النووي (Karyokinesis) الذي تنقسم فيه الكروموزومات إلى مجموعتين وينتج عنه نواتان، بينما المرحلة الثانية تسمى مرحلة الانقسام السيتوبلازمي (Cytokinesis)، حيث ينقسم فيها سيتوبلازم الخلية الأم إلى قسمين، كل منهما يحيط بإحدى النواتين الجديدتين، مكوناً في النهاية خليتين منفردتين، وهناك نوعان من الانقسام الخلوي هما:

أ - الانقسام المتساوي (Mitosis): يحدث في الخلايا الجسدية في الكائنات الحية.

ب- الانقسام المنصف/ الاختزالي (Meiosis): يحدث في الخلايا التناسلية للكائنات الحية.

1-2-9 الانقسام المتساوي Mitosis:

يسمى هذا الانقسام بالانقسام غير المباشر، وتكمن أهمية هذا الانقسام في أنه يساهم في نمو الكائنات الحية وتعويض أنسجتها التالفة، كما يساهم في نسخ الجينات الموجودة على كروموسومات الخلية الأصلية إلى الخلايا الجديدة وذلك عبر تكوين نسخة جديدة من الكروموسومات مطابقة للنسخة الأصلية الموجودة في الخلية الأم.

• أطوار الانقسام المتساوي Stages of Mitosis:

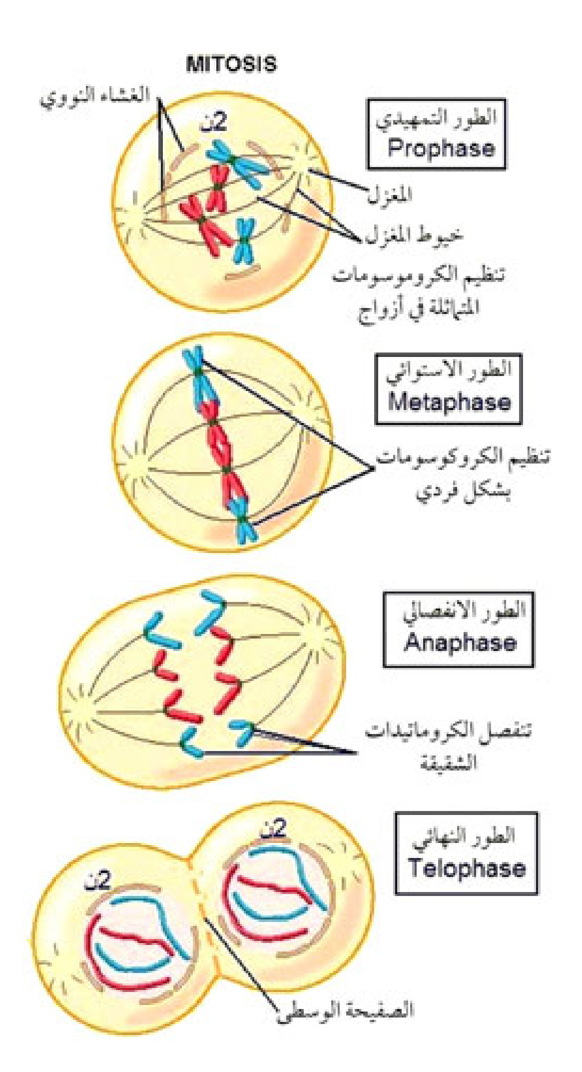
تمر الخلية النباتية أثناء انقسامها بعدة أطوار، كما هو موضح في الشكل (9-1)، وهذه الأطوار هي:

أ- الطور التمهيدي Prophase:

عند الفحص المجهري لإحدى مناطق الانقسام الخلوي النشط، تظهر كروموسومات الخلية في هذا الطور، على شكل خيوط طويلة ورفيعة، ويتميز كل كروموسوم إلى جزأين ظاهرين يسمى كل جزء منهما بالكروماتيدة، يرتبط الجزأين (الكروماتيدين) لكل كروموسوم مع بعضهما في نقطة اتصال تسمى بالسنترومير، وفي هذا الطور يبدأ تكون مغزلين في قطبي الخلية.

ب- الطور الاستوائي Metaphase:

يكتمل في هذا الطور شكل المغزل في كل قطب. وتتميز الكروموسومات في هذا الطور ويصبح من السهل عدّها وتحديدها، إذ تنتظم أو تستوي الكروموسومات بشكل فردي وسط الخلية، وترتبط الكروموسومات بخيوط المغزل في مناطق السنتروميرات.



شكل (9-1)

أطوار الانقسام الميتوزى فى الخلية النباتية

ج- الطور الانفصالي Anaphase:

ينقسم السنترومير في هذا الطور، ويبتعد **الكروماتيدان** الشقيقان لكل كروموسوم عن بعضهما، ويتجه كل كروماتيد نحو قطب الخلية القريب منه، وبذلك يصبح عند كل قطب من قطبي الخلية مجموعتان متشابهتان من الكروموتيدات، والتي يطلق عليها في هذه المرحلة بالكروموسومات البنوية.

د- الطور النهائي Telophase:

تبدو مجموعتي الكروموسومات في قطبي الخلية طويلة ورفيعة، وتظهر نويتان بجانب مجموعتي الكروموسومات، ويتكون الغشاءان النوويان حول مجموعتي الكروموسومات، وبذلك ينتهي الانقسام النووي فيتبعه الانقسام السيتوبلازمي بتكوين جدار فاصل، بين النواتين الجديدتين وما يحيط بهما، ويسمى هذا الجدار الصفيحة الوسطى، وبذلك تتكون خليتان بنويتان مكتملتان في كل منهما نفس عدد كروموسومات الخلية الأم.

9-2-2 الانقسام الاختزالي Meiosis:

إن وظيفة الانقسام الاختزالي هي اختزال عدد الكروموسومات إلى النصف، في الخلايا الجنسية الأمية ثنائية المجموعة الكروموسومية Diploid (2ن)، بغرض تكوين الخلايا التناسلية الذكرية أو الأنثوية أحادية المجموعة الكروموسومية Haploid أو (1ن)، والتي تعرف بالجاميطات (Gametes) أو الأمشاج أو الجراثيم (Spores)، ففي النبات يتم إنتاج 4 خلايا بنوية (1ن) من كل خلية أمية (2ن)، لإنتاج إما حبوب لقاح أو بويضات حسب العضو الذي حدث فيه الانقسام ، فالانقسام الذي يحدث في متك الزهرة تنتج عنه حبوب اللقاح، والانقسام الذي يحدث في مبيض الزهرة تنتج عنه البويضات.

كما أن هذا النوع من الانقسام يبدأ في طور معين من حياة النبات يسمى طور النضج عندما يبدأ النبات بإنتاج الأزهار. و تكمن أهمية الانقسام الاختزالي في كونه:

أ- أنه ضرورياً للحفاظ على نوع الكائنات الحية التي تتكاثر جنسياً، إذ يعتبر الخطوة الرئيسية الأولى لتكوين البذور.

ب- يحافظ على ثبات عدد الكروموسومات لكل نوع من أنواع الكائنات.

ج- يساعد في تنوع صفات الكائنات الحية لنفس السلالة باندماج صفات كل من الأب والأم في الجيل الناتج.

د- يسهم في إحداث التنوع الوراثي من خلال عملية العبور.

- **أطوار الانقسام الاختزالي:**

Stages of Meiosis

يشمل الانقسام الاختزالي (المنصف) على انقسامين لنواة الخلية التناسلية الأمية هما:

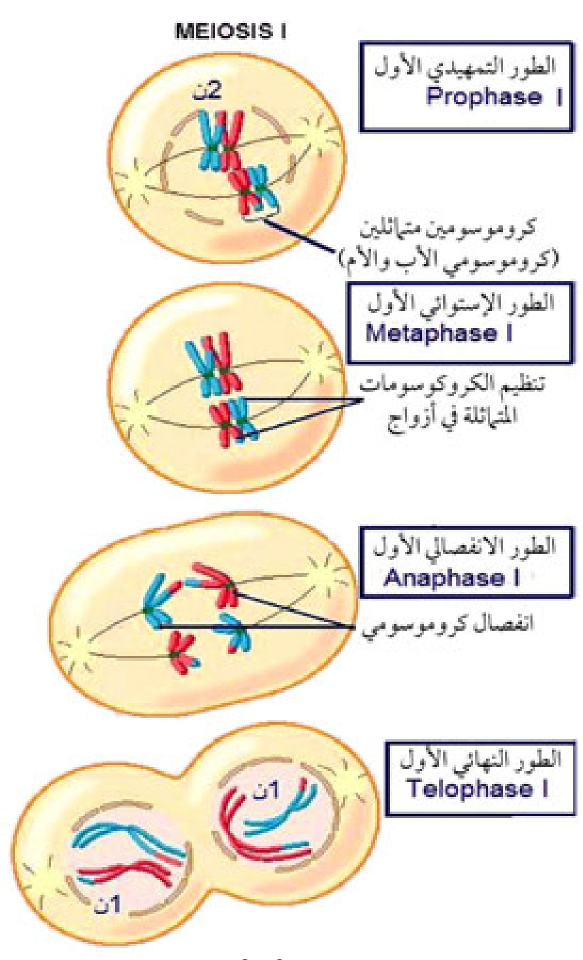
أولاً- الانقسام الاختزالي الأول Meiosis I:

- ما هي أطوار الانقسام الاختزالي الأول؟

يشمل الانقسام الاختزالي الأول الأطوار التالية الموضحة في شكل (9-2):

أ- الطور التمهيدي الأول Prophase I:

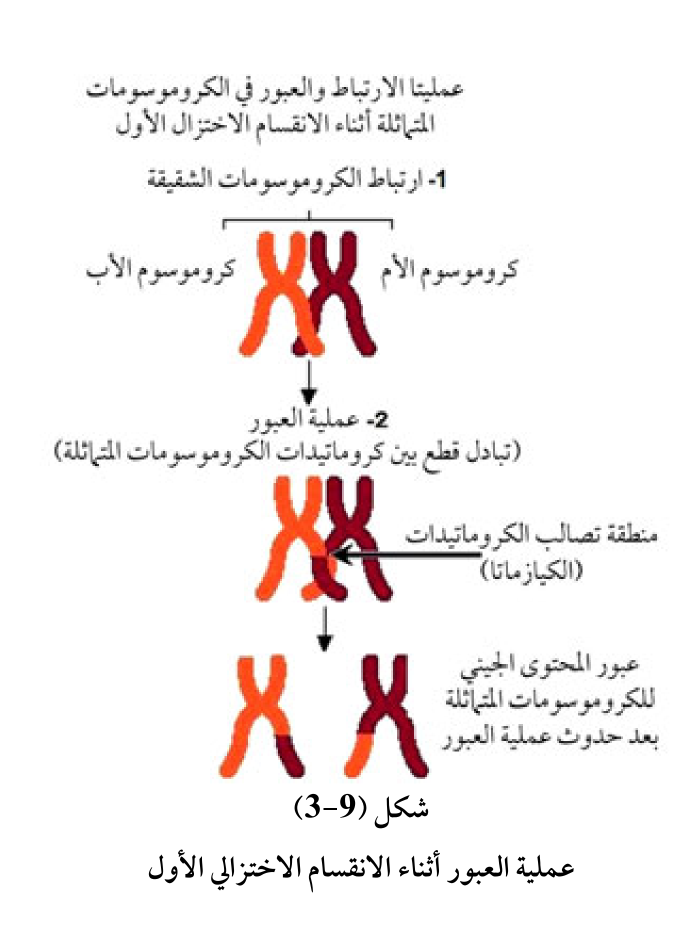
تتجمع الكروموزومات المتماثلة في هذا الطور في أزواج، كل زوج يتكون من كروموسوم الأب وكروموسوم الأم، ويحدث تصالب بين



شكل (9-2)

أطوار الانقسام الاختزالي الأول

الكـــروماتيدين غـــير الـــشقيقين في أزواج الكروموســومات في مناطق التصالبات التي تُـــــسمى بالكـــــيازماتا (Chiasmata)، فـــيحدث تـــبادل في الأجـــزاء المـــتقاطعة للكـــروماتيدات غـــير الشقيقة شكل (9-3) وتعــــــــــرف هــــــذه العملــــــية بعملـية العبـــــور (Cross over)، شكل فهـذا التـبادل شـكل (9-2)، في الأجـزاء الكـروماتيدية المحـتوية على الجينات يُحدث اخـتلافاً في الأمـشاج الـناتجة وبالـتالي يظهر التنوع الوراثي للأفراد داخل النوع الواحد، وفي نهايـة الطـور التمهـيدي الأول تتـباعد الكروموســومات الــشقيقة عــن بعــضها وتتشتت داخل النواة.



شكل (9-3)

عملية العبور أثناء الانقسام الاختزالي الأول

ب- الطور الاستوائي الأول Metaphase I:

تـنـظم أزواج الكروموسـومات المتماثلة في منتـصف الخلـية، ويكتمل تكون خيوط المغزل- المنبعثة من قطبي الخلية- والمتصلة بمناطق السنترومیرات لهذه الكروموسومات.

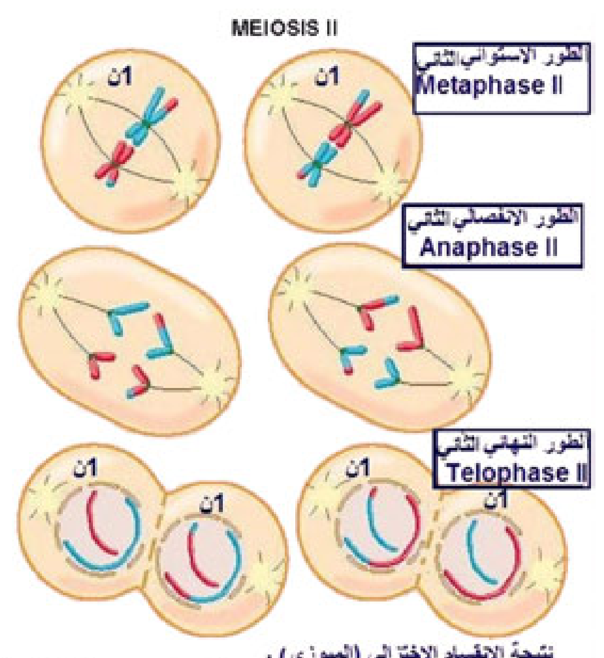
ج- الطور الانفصالي الأول Anaphase I:

تنفـصل الكروموسـومات المتماثلة عـن بعـضها عن طريق شدها بواسطة خيوط المغزل باتجاهي قطبي الخلية المتقابلـين، وبـذلك يـستقبل كـل قطـب نـصف عـدد كروموسـومات الخلـية الأصـلية. (لاحـظ أن الانفصال للكروموسومات وليس للكروماتيدات، كما هو الحال هي الانقسام الميتوزي).

د- الطور النهائي الأول Telophase I:

تـتجمع الكروموسـومات في أقطـاب الخلـية وتحـاط بالغـشاء الـنووي، وتظهـر الـنوية، يـلي ذلـك الانقسام السيتوبلازمي، الذي يكتمل بتكون خليتين جديدتين كل منها تحتوي على 1ن.

ثانيا- الانقسام الاختزالي الثاني Meiosis II:



نتيجة الانقسام الاختزالي (الميوزي) :
اربع خلايا احاديه المجموعه ألكروموسومية (1ن) تحتوي كل خلية منها على نصف عدد كروموسومات الخلية الاصلية
كل خليه احاديه تحتوي على خليط عشوائي من كروموسومات الاب والام

شكل (9-4)
أطوار الانقسام الاختزالي الثاني

يحدث لكل خلية جديدة ناتجة عن الانقسام الاختزالي الأول والمحتوية على 1ن، ويمر هذا الانقسام بأربعة أطوار موضحة في شكل (9-4) كما يلي:

أ- الطور التمهيدي الثاني:

تختفي النوية والغشاء النووي، وترتبط الكروموسومات بخيوط المغزل.

ب- الطور الاستوائي الثاني:

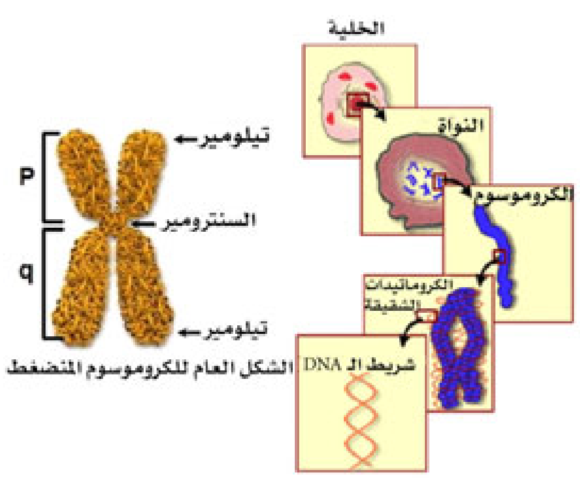
تنتظم الكروموسومات في منتصف الخلية.

ج- الطور الانفصالي الثاني:

تنفصل الكروماتيدات الشقيقة عن بعضها وتتشكل النوية والغشاء النووي، يلي ذلك حدوث الانقسام السيتوبلازمي، وفي نهاية الانقسام الاختزالي بمرحلتيه تنتج عن كل خلية أمية أربع خلايا، يحتوي كل منها على نصف عدد الكروموزومات (1ن).

3-9 الكرموسومات والوراثة (Chromosomes and Genetic):

يوضح شكل (9-5) تركيب الكروموسوم، حيث توجد الكروموزومات في نواة الخلية وتظهر الكروموسومات على هيئة شبكة معتمة تسمى الشبكة الكروماتينية (Chromatin network) بواسطة المجهر الضوئي ، تحتوي هذه الشبكة على كروموسومات زوجية متماثلة في الشكل والمحتوى والترتيب الجيني، تنضغط الكروموسومات بشدة وتظهر بصورة مميزة فقط أثناء أطوار الانقسام الميتوزي، خصوصاً أثناء الطور التمهيدي والطور الاستوائي.



شكل (9-5)
التركيب العام للكروموسوم

- **مما يتركب الكروموسوم؟**

يتركب الكروموسوم من خيطين رفيعين يعرف كل منهما بالكروماتيد (Chromatid)، يلتف الكروماتيدان حول بعضهما ويلتقيان في منطقة إنضغاط الكروموسوم، والتي تسمى بالسنترومير (Centromere)، وعلى جانبي السنترومير توجد أذرع الكروموسوم (Telomeres)، يسمى الذراع القصير بالذراع P والذراع الطويل بالذراع q، ويعتبر الكروماتيد هو الوحدة التركيبية للكروموسوم كما في الشكل (9-5).

- **هل تختلف أعداد الكروموسومات في الكائنات الحية؟**

تحتوي خلايا كل نوع (نباتي أو حيواني) على عدد ثابت من الكروموسومات، إذ تحتوي الخلية الجسمية، والتي يرمز لها بـ (2ن)، على مجموعتين كروموسوميتين عادةً، إحدى هاتين المجموعتين من نبات الأم، والمجموعة الأخرى من نبات الأب، أما الخلايا الجاميطية، والتي يرمز لها بـ (1ن)، فتحتوي فقط على مجموعة كروموسومية واحدة ، ولإيضاح الاختلاف بين النباتات في عدد الكروموزومات، يحتوي جدول (9-1) أمثلة لعدد الكروموزومات في بعض النباتات الشائعة:

جدول (9-1)

أمثلة للأعداد الكروموسومية في كل من الخلايا الجسمية والجاميطية لبعض النباتات الشائعة:

اسم النبات الشائع	الاسم العلمي	العدد الكروموسومي	
		في الخلية الجسمية	في الجاميطات
1- الطماطم	Lycopersicon esculantum	24	12
2- البصل	Allium cepa	16	8
3- البازلاء	Pisum sativum	14	7
4- الجزر	Duccus carota	20	10
5- الفول	Vicia faba	12	6
6- الفاصوليا	Phaseolus vulgaris	22	11
7- الشعير	Hordium vulgare	14	7
8- الدخن	Penniseturm americanum	14	7
9- الذرة الرفيعة	Sorghum bicolor	20	10
10- الذرة الشامية	Zea mays	20	10

9-3-1 أهمية الكروموسومات في حمل الصفات الوراثية:

بتطور العلوم الحديثة خصوصاً ما يعرف بعلم الوراثة الخلوية (Cytogenetic)، أمكن معرفة كروموسومات الخلية ودورها في نقل الصفات الوراثية من جيل الآباء إلى جيل الأبناء، فقد تمكن العلم الحديث من التوصل إلى ربط العديد من الصفات الوراثية بكروموسومات معينة، بل وتحديد مواقع التحكم في هذه الصفات كقطعة من

الكروموســـومات معلـــومة الطـــول والتركـــيب، ضـــمن شريـــط الـــDNA المزدوج حلـزوني الـشكل، والتي سُميت بالجيـــــنات (Genes)، كـــما يُبـــين شكل (9-6). وبالتطور العلمي أيضاً، تم إثـبات صـحة مـا توصل إليه مندل من أن توارث الصفات يتم عبر العوامل الوراثية والمعروفة حالياً بالجينات (Genes).

شكل (9-6)
الجين ضمن شريط الـ DNA في الكروموسوم

تلعب الكروموسومات دوراً أساسياً في حـياة الكائنات الحية وذلك لاحتوائها على الجيـنات، حيث أن خصائص ومواصفات أي كـائن حـي موجـودة ومـسجلة في الجيـنات عـلى شريـــط الـــ DNA ، الـذي يمـثل مخـزن المعلـومات، لـذا فالكروموسومات تعتبر مركز التحكم والسيطرة على جميع النشاطات الحيوية للخلية وبالتالي للكائن، إذ تُترجم هذه المعلـومات أثـناء نمـو الكـائن الحي على هيئة صفات مظهرية وتركيبية وسلوكية، يتم توارثها من جيل إلى آخر، لذا أمكـن تفسير قوانين مندل في انتقال الصفات الوراثية من الآباء إلى الأبناء على أساس الكروموسومات المحتوية على الجينات الحاملة لهذه الصفات.

9-3-2 التعدد الكروموسومي Polyploidy:

كـما علمـت أن العـدد الطبيعي للمجموعة الكروموسومية في الخلية الجسدية، في النباتات الراقية، هو (2ن)، أي ضـعف العـدد الأسـاسي (X) المميز لكل نوع، واستثناءً من هذه القاعدة، قد تحتوي الخلية الجسدية على مضاعفات للمجمـوعة الكروموسومية، فقد يكون عدد المجموعات الكروموسومية في الخلية الجسدية، إما ثلاثياً (يمثل العدد الأسـاسي (X) ثلاث مرات)، أو رباعياً أو خماسياً أو سداسياً ...، ويُسمى هذا النوع من التضاعف الذي يتضاعف فيه العدد الأساسي (X) كوحدة واحدة، بالـ Euploidy ، ويلاحظ هنا أن النباتات الفردية (الثلاثية والخماسية...) التـضاعف الكروموسـومي تكـون عقـيمة، عـلى عكـس النـباتات زوجـية التـضاعف الكروموسـومي (الـرباعية والـسداسية...). وهـناك نوع آخر من التغير في العدد الكروموسومي، والذي قد يكون بزيادة أو نقص كروموسوم واحـد أو أكثـر، ويـسمى هـذا الـنوع مـن التغـير أنيبولـيدي Aneuploidy، ويكـون فـيه عدد الكروموسومات إمـا 2ن+1، أو 2ن-1، أو 2ن+2 وهكـذا، فهذه الأعداد ليست مضاعفات، ولكنها عبارة عن زيادة أو نقصان عن العدد الطبيعي للكروموزومات (2ن) للنوع.

- **ما هي أسباب حدوث التعدد (التضاعف) الكروموسومي وما هي آلية حدوثه؟**

يحدث التضاعف الكروموسومي نتيجة خلل ما أثناء الانقسام الخلوي، فقد يحدث أثناء الانقسام الخلوي غير المباشر (الميتوزي)، فيسمى التضاعف الجسمي، أو قد يحدث أثناء الانقسام الخلوي المباشر أثناء الانقسام الاختزالي (الميوزي)، فيسمى التضاعف الجاميطي كما يلي:

أ- **التضاعف الجسمي (الخضري)**: وفيه يتضاعف عدد الكروموسومات في الخلايا الخضرية أثناء الانقسام غير المباشر نتيجة أسباب مختلفة منها:

- عجز الكروماتيدات الشقيقة في انفصالها عن بعضها، وبالتالي تتجمع كل الكروموسومات في نواة واحدة رباعية المجموعة الكروموسومية.
- قد تنفصل الكروماتيدات الشقيقة، وتتكون نواتان، ولكن لا تحدث عملية الانقسام السيتوبلازمي، لعدم تكّون الجدار الخلوي، فتندمج كروموسومات النواتين معاً في نواة واحدة فتصبح رباعية المجموعة الكروموسومية (4ن).

ب- **التضاعف الجاميطي**: وفيه يتضاعف عدد الكروموسومات في الخلايا الجنسية أثناء الانقسام المباشر (الاختزالي) لأسباب مختلفة منها:

- عجز ازدواج الكروموسومات أثناء الانقسام الاختزالي الأول (في الطور التمهيدي الأول).
- عدم انفصال الكروموسومات وتجمعها في نواة واحدة، فتتكون من كل خلية أمية جرثومتان بدلاً من أربعة جراثيم، في كل جرثومة العدد الثنائي من الكروموسومات (2ن) بدلاً من العدد الأحادي (1ن).
- حدوث تضاعف في الخلية الأمية المنتجة للجرايم، أثناء انقسام ميتوزي سابق، فتعطي عند انقسامها جاميطات ثنائية بدلاً من أحادية المجموعة الكروموسومية.

9-3-3 الأهمية الاقتصادية للتعدد الكروموسومي:

نادراً ما يحدث التضاعف الكروموسومي في الحيوان، وتنتشر حالات تعدد المجموعة الكروموسومية في النبات حيث تصل نسبة النباتات الزهرية ذات التضاعف الكروموسومي (Polyploidy) بين 47-70٪. وتتصف خلايا النباتات ذات التضاعف الكروموسومي بكبر أحجامها مما يجعل تلك النباتات تبدو جذابة في مظهرها وطراوتها وسرعة نموها وكبر أحجام أزهارها وثمارها، وأيضاً غزارة محصولها، لذا استغل الإنسان هذه الصفة في إنتاج ثمار متضاعفة الحجم وكذا ثمار عديمة البذور (Seedless). ويستخدم مربو النبات مادة كيميائية تسمى بالكولشيسين (Colchicine) للحصول على نباتات متعددة المجموعة الكروموسومية. على سبيل المثال محصول الحبوب المسمى بـ Triticale، محصول عديد المجموعة الكروموسومية، تم إنتاجه بواسطة مربي النبات بالتهجين بين نبات القمح رباعي المجموعة الكروموسومية ونبات الراي ثنائي المجموعة الكروموسومية وبالتالي إنتاج هجين عقيم. وباستخدام مادة الكولشسين، أمكن مضاعفة المجموعة الكروموسومية وبالتالي أصبح النبات خصباً (قادراً على إنتاج أفراد جديدة). ومن أمثلة المحاصيل الاقتصادية ذات التعدد الكروموسومي الطبيعي، كلٍ من البن والقطن والبطاطس والفراولة وقصب السكر والتبغ والقمح والذرة الشامية.

4-9 الأحماض النووية Nucleic Acids:

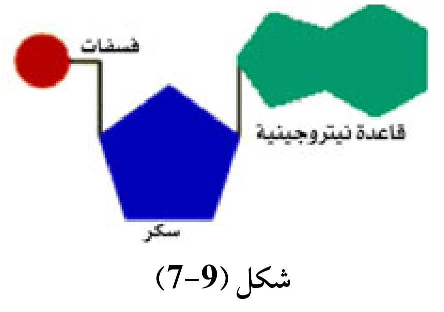
توجد الأحماض النووية في جميع خلايا الكائنات الحية، وتنقسم إلى قسمين:

أ- الحمض النووي الريبوزي منقوص الأكسجين: Deoxyribonucleic Acid (DNA)

ب- الحمض النووي الريبوزي (RNA): Ribonucleic acid

1-4-9 تركيب الأحماض النووية:

يتكون الحمض النووي عموماً من وحدات، تسمى نيوكليوتيدات (Nucleotides)، تنتظم في سلسلة، إما بشكل مزدوج كما هو الحال في جزيء الـ DNA ، أو بشكل سلسلة مفردة، كما هو الحال في معظم صور جزيء الـ RNA ، وتتكون كل نيوكليوتيدة من ثلاثة مكونات، لاحظها في شكل (9-7)، وهي كالآتي:



شكل (9-7)

مكونات النيوكليوتيدة

أ- سكر خماسي الكربون Pentose Sugar:

هناك نوعان من السكر الذي تتركب منه الأحماض النووية هما:

- سكر الريبوز (Ribose) الذي يحتوي على 5 ذرات أكسجين (C5H10O5) ويدخل في تركيب الـ RNA.
- سكر الريبوز منقوص الأكسجين (Deoxyribose)، الذي يحتوي على 4 ذرات أكسجين ($C_5H_{10}O_4$)، ويدخل في تركيب الـ DNA.

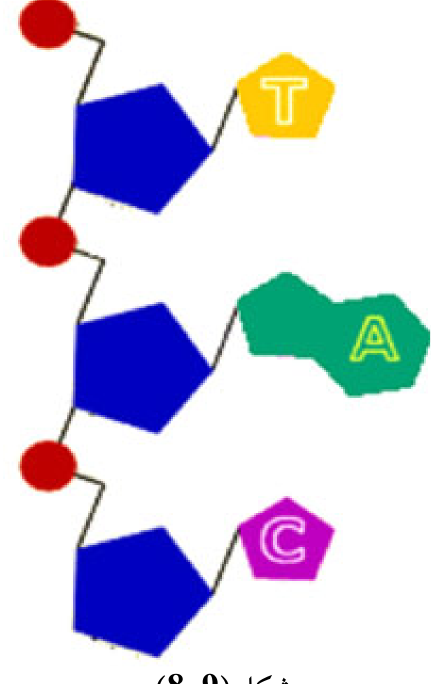
ب- مجموعة الفوسفات Phosphate Group:

تقوم هذه المجموعة بالربط بين جزيئات السكر خماسي الكربون الموجود في النيوكليوتيدات المتتالية ضمن الحمض النووي كما في الشكل (9-8).

جـ- القواعد النيتروجينية Nitrogen Bases:

هناك خمسة قواعد نتروجينية تدخل في تركيب الأحماض النووية، وبناءً على تركيبها الكيميائي فإنها تندرج ضمن مجموعتين رئيستين هما:

- **البيورينات (Purines)** وتضم كلاً من قاعدتي:
  - الأدينين Adenine (A)
  - الجوانين Guanine (G)



شكل (9-8)

ارتباط النيوكليوتيدات

- البيروميدينات (Pyrimidines) وتضم كل من قواعد:

- السيتوسين Cytosine (C)
- الثايمين Thymine (T)
- اليوراسيل Uracil (U)

جدول (9-2)

القواعد النتروجينية التي تدخل في تركيب الأحماض النووية

RNA	DNA
Adenine (A)	Adenine (A)
Guanine (G)	Guanine (G)
Cytosine (C)	Cytosine (C)
Uracil (U)	Thymine (T)

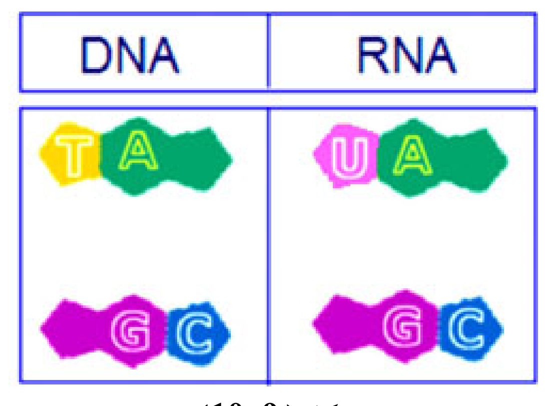
كما هو مبين في جدول (9-2)، إن أربع قواعد نتروجينية تدخل في تركيب كل من الـ DNA والـ RNA، إذ تشترك كل من قواعد الأدينين والسيتوسين والجوانين في تكوين كل من الـ DNA والـ RNA، بينما تشترك الثايمين (Thymine)، مع الثلاث القواعد المذكورة في تكوين جزيء الـ DNA فقط، وتشترك اليوراسيل (Uracil)، مع الثلاث القواعد نفسها في تكوين جزيء الـRNA فقط، وكما تلاحظ فإن رموز القواعد هو عبارة عن الحرف الأول من أسمائها الإنجليزية.

بما أن الـ DNA عبارة عن خيط مزدوج فإن القواعد النتروجينية في كلا الشريطين، يرتبط كل منهما بالآخر، كما تلاحظ في شكل (9-9) حيث ترتبط الجوانين مع السيتوسين والأدينين مع الثايمين، أما في حالة الـ RNA، تُستبدل قاعدة الثايمين بقاعدة اليوراسيل، عند نسخ جزيء الـ RNA، على هيئة شريط مفرد من جزيء الـ DNA الشكل (9-10).



شكل (9-9)

ارتباط القواعد النتروجينية في الـ DNA



شكل (9-10)

ارتباط القواعد النتروجينية في كل من الـ DNA والـ RNA

9-4-2 طبيعة عمل الأحماض النووية:

يكمن دور الأحماض النووية بصفة رئيسية في الآتي:

أ- مضاعفة وتخزين ونقل المعلومات الوراثية في الخلايا الحية.

ب- التحكم بالآلية التي بواسطتها يتم تحديد بُنية الخلية واستمرار نشاطها.

آليات التحكم هذه تكون على هيئة مجموعة من التعليمات الوراثية التي يتم نسخها بدقة فائقة، وتنتقل عبر الأجيال المتعاقبة من خلال انقسام الخلية، وكما علمت بأن هناك نوعين من الأحماض النووية توجد في الخلية - الـDNA و الـRNA- فإن وظيفة الـDNA، تكمن في كونها المادة الوراثية لكل الكائنات الحية (عدا بعض الفيروسات)، ويتمثل دور الـRNA، كوسيط في التعبير عن المادة الوراثية في كل الكائنات الحية (كما ستتعرف على ذلك لاحقاً في هذه الوحدة)، كما أن له وظائف أخرى في العمليات الحيوية الخلوية، ويعتبر أيضاً الحامل للمادة الوراثية لبعض أنواع الفيروسات.

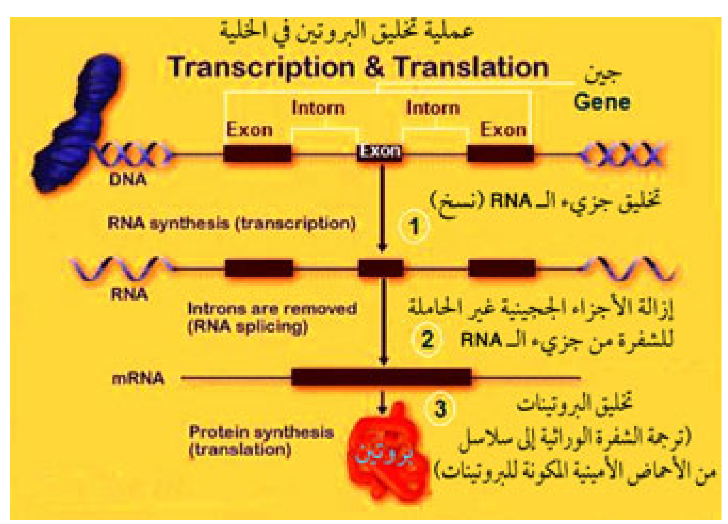
9-4-3 عملية تخليق البروتين في الخلية:

البروتينات هي المواد الأساسية لبناء الخلية، ولاستمرارها في العمل حيث يتكون أي بروتين من سلسلة محددة من الأحماض الأمينية، والأحماض الأمينية ما هي إلا ترجمة لترتيب النيوكليوتيدات، القابلة للتشفير (Exons)، ضمن الوحدات الجينية المكونة للـDNA. ويتم بناء البروتينات من المادة الوراثية (الـ DNA) الموجودة في نواة الخلية عبر الـRNA في سيتوبلازم الخلية في عدة عمليات تسمى في مُجملها بالتعبير الجيني (Gene Expression)

ويشمل التعبير الجيني خطوتين رئيسيتين هما:

أ- النسخ **Transcription**: يتم فيها تخليق الـRNA من الـDNA داخل نواة الخلية على هيئة رسول (mRNA)، يعمل على نقل شفرة تصنيع البروتين إلى سيتوبلازم الخلية.

2- الترجمة **Translation**: يتم فيها تخليق سلسلة الببتيدات العديدة المكونة للبروتين. ويمكن تلخيص طبيعة عمل الأحماض النووية ودورها في المعادلة أدناه، وكذا الشكل (9-11):



شكل (9-11)

ملخص لعملية تخليق البروتين ودور الأحماض النووية فيها

DNA ⟵ mRNA ⟵ بروتين ⟵ صفة من صفات الكائن الحي

DNA (Gene) ⟶ mRNA ⟶ Protein molecule (Or Enzyme) ⟶ Trait

5-9 توارث الصفات في النبات:

1-5-9 قانون مندل الأول (قانون انعزال الصفات):

إن تشابه الأجيال المتعاقبة في الكائنات الحية يحدث نتيجة لانتقال الصفات من الآباء إلى الأبناء جيلاً بعد جيل، ويطلق على هذه الظاهرة بعملية التوارث (Heredity). ويعتبر مندل أول من توصل إلى نتائج ذات أهمية في علم الوراثة، إذ أجرى مندل تجاربه على نبات البازلاء ودرس توارث كل زوج من أزواج الصفات بشكل مستقل عن بقية الصفات الأخرى، وبعد الدراسة المتأنية تأكد لمندل وجود حالتين متضادتين لكل صفة بصورة واضحة، وقد خرج مندل بقانونين هامين يعتبران من أهم القوانين في علم الوراثة، وينص قانون مندل الأول على أن: الصفة الوراثية في الكائن الحي تُمثل بعاملين وراثيين (آليلين) ينعزلان عن بعضهما عند تكوين الأمشاج في الانقسام المنصف الذي يحدث في الخلايا التناسلية لكلا الأبوين، بحيث يحمل كل مشيج عاملاً واحداً لكل صفة.

ويُبين قانون مندل الأول أن العوامل الوراثية تنتقل بين الأجيال المتعاقبة مستقلة عن بعضها البعض، وتظهر أو لا تظهر تأثيراتها تبعاً لكونها سائدة أو متنحية، فإذا حدث تزاوج بين فردين يختلفان عن بعضهما في زوج واحد من الصفات المتقابلة والمحمولة فيهما بصورة نقية، مثل الطول والقصر، ظهرت إحدى هاتين الصفتين (الصفة السائدة) مظهرياً فقط في أفراد الجيل الأول، بينما تعرف الصفة الأخرى المقابلة لها والتي لم تظهر في الجيل الأول وتظهر في أفراد الجيل الثاني بالصفة المتنحية، فتكون نسبة ظهور الصفتين في أفراد الجيل الثاني بنسبة 3:1، أي أن كل 3 أفراد تظهر فيها الصفة السائدة، مقابل ظهور الصفة المتنحية في فرد واحد.

- **ما هي الصفات التي درسها مندل؟**

درس مندل سبعة أزواج من الصفات المتضادة أو المتقابلة والموضحة في جدول (9-3).

جدول (9-3)

الصفات المتضادة لنبات البازلاء

صفات نبات البازلاء التي درسها مندل	سيادة الصفة	
	متنحية	سائدة
1- لون الزهرة	بيضاء	بنفسجية
2- موضع الزهرة	قمية	إبطية
3- لون البذرة	خضراء	صفراء
4- شكل البذرة	مجعدة	مستديرة
5- شكل القرون	مجعد محزز	منتفخ أملس
6- لون القرون	صفراء	خضراء
7- طول الساق	قصير	طويل

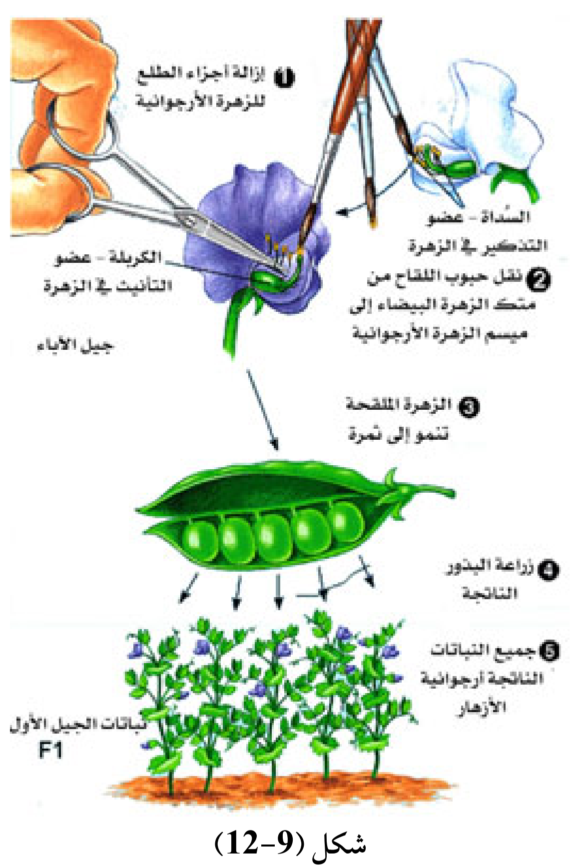
- ما هي الخطوات التي اتبعها مندل في دراسته للصفات المتضادة في نبات البازلاء؟

اتبع مندل خطوات محددة لدراسة كل صفة يمكن تلخيصها بالآتي:

أ- التأكد من النقاوة الكاملة لصفات الآباء، كل على حدة، قبل إجراء أي تجربة، بالاستمرار في زراعة نبات البازلاء ذات الأزهار البيضاء والأرجوانية، كل على حدة، لعدة أجيال للحصول على الصفتين بشكل نقي متبعاً التلقيح الذاتي للنباتات.

ب- التلقيح الخلطي بين النبات ذات الصفات المتضادة، مثلاً النباتات ذات الأزهار الأرجوانية والنبات ذات الأزهار البيضاء، كما تلاحظ في شكل (9-12)، مع تكرار هذه العملية وتغير استخدام النباتات متضادة الصفات تارة كآباء وتارة كأمهات.

ج- جمع مندل البذور الناضجة من النباتات الملقحة خلطياً، ثم زرعها في الموسم التالي، ولاحظ أن جميع النباتات الجديدة في الجيل الأول (F_1) والناتجة عن التلقيح الخلطي تحمل صفة واحدة فقط من الصفتين المتضادتين (أي ظهور أزهار أرجوانية دون الأزهار البيضاء، كما تلاحظ في الشكل (9-12).



شكل (9-12)

الخطوات التي اتبعها مندل في دراسة الصفات المتضادة (لون الأزهار) في نبات البازلاء

9-5-2 قانون مندل الثاني (التوزيع الحر للصفات) Law of Independent Assortment:

من خلال التجارب على نبات البازلاء لدراسة السلوك الوراثي لزوجين من الصفات المتضادة في النبات، كصفتي اللون والشكل لبذور البازلاء، استطاع مندل التوصل إلى قانونه الثاني والذي ينص على الآتي:

العاملان الوراثيان للصفة ينفصلان عن بعضهما ويتوزعان في الأمشاج بصورة مستقلة عن العاملين الوراثيين لأي صفة أخرى.

- ما هي الخطوات التي اتبعها مندل لدراسة توارث زوجين من الصفات في آن واحد؟

اتبع مندل نفس الخطوات التي اتبعها لدراسة توارث صفة واحدة، فما هي تلك الخطوات؟

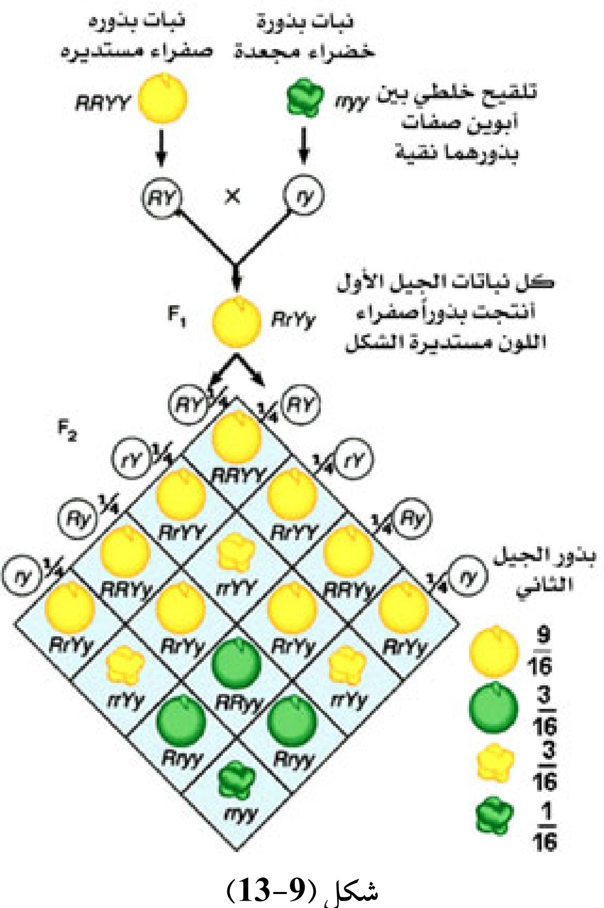
يوضح الشكل (9-13) ملخص للخطوات التي اتبعها مندل لدراسة توارث صفتي لون وشكل بذور نبات البازلاء في آن واحد.

في حالة دراسة سلوك توارث زوجين من الصفات، في آن واحد، تظهر الصفتان في أفراد الجيل الثاني بنسبة 3:1، كما هو الحال عند دراسة سلوك توارث صفة واحدة، فعند دراسة توارث صفتي لون وشكل البذور في نباتات البازلاء الناتجة في الجيل الثاني، كانت النسبة كما يلي:

9	نباتات تحمل بذور صفراء مستديرة
3	نباتات تحمل بذور خضراء مستديرة
3	نباتات تحمل بذور صفراء مجعدة
1	نباتات تحمل بذور خضراء مجعدة

لاحظ أنه عندما تحسب عدد البذور التي تحمل اللون الأصفر ستجد أنها (12)، وأن عدد البذور التي تحمل اللون الأخضر (4)، مما يعني أن نسبة اللون الأصفر إلى اللون الأخضر (3:1). بحساب نسبة النباتات التي بذورها مستديرة إلى نسبة النباتات التي بذورها مجعدة الشكل، تجد نفس النسبة، وهذا يعني أن توارث لون البذور لا يرتبط بتوارث شكلها، أي أن توارث صفتي اللون الأصفر والأخضر المتضادتين يتم بشكل مستقل عن توارث صفتي الشكل المستدير والمجعد للبذور.

لاحظ أن النتيجة في كلا الحالتين واحدة وهي نفس النسبة كما في حالة دراسة صفة بمفردها.



شكل (9-13)

خطوات دراسة توارث صفتي لون وشكل بذور نبات البازلاء

9-5-3 تفسير مندل لنتائج تجاربه:

لتفسير ظهور الصفة السائدة واختفاء الصفة المتنحية في أفراد الجيل الأول، ثم ظهور الصفتين في أفراد الجيل الثاني بنسبة 3:1، وضع مندل مجموعة من الفروض، هما:

أ- تنتقل الصفات الوراثية من الآباء إلى الأبناء، ويتم التحكم في كل صفة بزوج من العوامل الوراثية (الجينات)، وقد سمى مندل العامل الوراثي للصفة بالأليل (Allele).

ب- لكل صفة وراثية عاملان وراثيان (أليلان) أحدهما من الأب والآخر من الأم.

ج- ينفصل العاملان الوراثيان، لكل صفة، عند تكوين الأمشاج الذكرية والأنثوية للآباء، فيحمل كل مشيج عاملاً واحداً لكل صفة.

د- عند تهجين أفراد الجيل الأول، تنفصل العوامل الوراثية (أليلات الجينات) أثناء مراحل تكوين الجاميطات بعملية الانقسام المنصف، فمن كل أب ينتج نوعان من الجاميطات لكل صفة أحدهما يحمل أليلاً لصفة البذور الملساء مثلاً، والثاني يحمل أليلاً لصفة البذور المجعدة.

هـ-عند اتحاد الأمشاج قد يكون العاملان الوراثيان متشابهين فتكون الصفة الوراثية نقية (سائدة نقية)، وعندما يكون العاملان متضادان فإن أحد العوامل وهو العامل السائد يحجب ظهور العامل الآخر المتنحي فتكون الصفة في هده الحالة سائدة ولكنها غير نقية.

و- عند اتحاد الجاميطات لتكوين أفراد الجيل الثاني فإن هناك أربع احتمالات متوقعة لاتحاد عوامل الصفة، وهي في صفة شكل البذور مثلاً، مستدير مع مستدير، مستدير مع أجعد، أجعد مع مستدير، وأجعد مع أجعد.

وقد استخلص مندل من فروض ونتائج أبحاثه قوانين مندل الوراثية المذكورة سابقاً.

4-5-9 الطراز الوراثي والطراز المظهري Genotype & Phenotype:

لكل فرد سواء في البازلاء أوفي غيرها من الكائنات الحية الأخرى صفات ظاهرية يمكن ملاحظتها، والتي قد تكون صفة نقية أوصفة غير نقية (خليطة)، ولكل صفة عاملان وراثيان يمثلان الشكل الجيني ويعملان على إظهار تلك الصفة.

- **كيف يمكن معرفة كل من الشكل الظاهري والشكل الجيني للصفة؟**

أ - لتسهيل عملية الدراسة تستخدم الرموز بدلاً من الكلمات فيتم عادةً اختيار الحرف الأول من اسم الصفة (الإنجليزي عادةً)، وعند كتابة الطراز الوراثي (الجيني) للصفة يتم تمثيل الصفة الوراثية الواحدة برمزين كل رمز يمثل عاملاً وراثياً يُعطى العامل السائد الحرف الكبير (Capital) أما العامل المتنحى فيرمز له بالحرف الصغير (Small)، وفي حالة السيادة النقية للصفة، يُكتب الحرف بالنمط الكبير مضعفاً، وفي حالة السيادة غير النقية (الخليطة) للصفة، يتم كتابة الطراز الجيني بنفس الحرف مرة بالنمط الكبير والأخرى بالنمط الصغير، فمثلاً لبذور البازلاء لونان هما:

- اللون الأصفر، وهو اللون السائد، ويرمز لطرازه الجيني إما بالرمز (YY)، إذا كان في الحالة النقية أو بالرمز (Yy) إذا كان بالحالة الخليطة، ويقال عن هذين الطرازين أنهما متماثلان في الشكل المظهري (Phenotype).
- اللون الأخضر، وهو اللون المتنحي، ويرمزله بالرمز (yy)، تكون الصفة المتنحية دائماً نقية، ولذا فالشكل المظهري يُمثل الطراز الجيني (Genotype).

كما أن لبذور البازلاء شكلين هما:

- الـشكل المستدير، وهو الشكل السائد ويرمز له إما بالرمز (RR) في الحالة النقية، أو بالرمز (Rr) في الحالة الخليطة.
- الشكل المجعد وهو الشكل المتنحي ويرمز له بالرمز (rr).

ب- عـند التعبير عن الطراز الجيني للأمشاج (الجاميطات) يُمثل برمز واحد عن كل صفة دون وضع فواصل بين الرموز المشاركة للطراز الجيني الواحد، مثلاً (YyRr) طراز جيني لصفتي لون وشكل البذور بشكل خليط، ينـتج عـنه جاميـطات تحمـل الطـرز الجينية التالية: YR،Yr ، yR، yr. ونلاحظ أن كل جاميطة تحتوي على رمزين كل منهما يمثل صفة. وتستخدم الإشارة (X) للتعبير عن التهجين أو التزاوج.

جـ- الصفة المتنحية دائما نقية ويرمز لطرازها الجيني بالأحرف الصغيرة، فرمز لون البذور الأخضر هو(yy) ورمز الشكل المجعد للبذور هو (rr).

د- الطرز الشكلية لا تعبر عن نقاوة السلالة، ولكن الطرز الجينية هي التي تعبر عن ذلك.

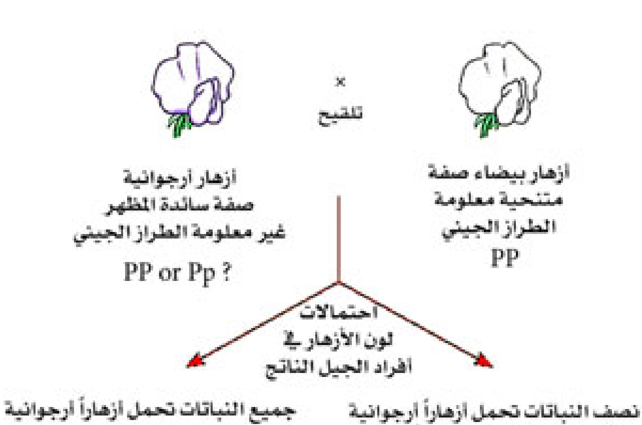
هـــ- في حالـة وجـود أنـسال كثيرة، يفضل استخدام مربع بانيت لتحديد الطرز الجينية، ومن ثم ترجمتها إلى طرز شكلية لمعرفة الاحتمالات الموجودة بدقة.

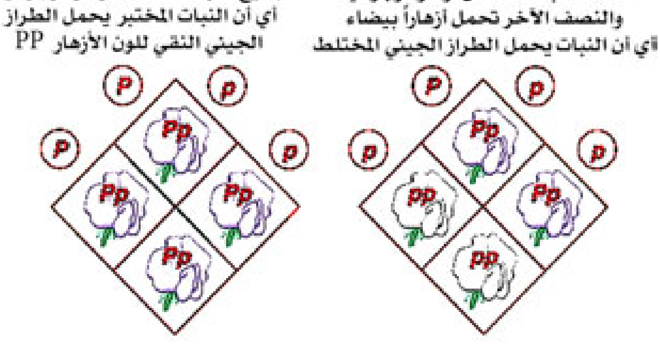
9-5-5 التلقيح الاختباري Test Cross:

كـما علمت بأن الشكل الظاهري لأفراد الجيل الأول يكون مماثلاً للشكل الظاهري لأحد الأبوين (الحامل للصفة السائدة) وأن سيادة الصفة إما أن تكون سيادة نقـــــية (homozygous)، أو ســــــيادة هجينـية (heterozygous)، و لمعرفة ما إذا كانـت الـصفة المدروسة هي صفة سائدة نقية أو أنها صفة سائدة هجينية، فإن أفضل الطرق لمعرفة ذلك التلقيح الاختباري.

- كـيف يـتم التلقيح الاختباري عند دراسة أي صفة؟

يوضـح المثال في الشكل (9-14) اختبار نقـاوة صـفة لـون الأزهار الأرجوانية في أحد أفراد الجيل الأول، حيث يتم التلقيح الخلطي بـين الفـرد المـراد معـرفة مـا إذا كـان سـائداً نقـياً (PP) أم سـائداً هجيناً (Pp) وذلك مع فـرد آخـر يحمـل الـصفة المتنحـية المضادة لها





شكل (9-14)

التلقيح الاختباري لصفة لون الأزهار في نبات البازلاء

(أزهار بيضاء اللون، pp). فإذا كان كل الأفراد الناتجة تحمل الصفة السائدة (أزهار أرجوانية اللون) كان ذلك دليلاً على نقاء الصفة السائدة للفرد، أما إذا كان الناتج خليطاً بين الشكل الظاهري السائد والشكل الظاهري المتنحي (بنسبة 1:1 أو 50٪ أزهار أرجوانية اللون و50٪ أزهار بيضاء اللون) كان ذلك دليلاً على عدم نقاوة التركيب الجيني للصفة السائدة للفرد الذي تم اختياره. ومن خلال معرفة صفات الأبناء الناتجة يمكن تحديد التركيب الجيني للصفة السائدة، وتحديد ما إذا كانت نقية أم هجينة.

6-5-9 السيادة الناقصة Incomplete Dominance:

علمت من خلال دراستك لسلوك توارث الصفات التي اختبرها مندل في نبات البازلاء بأن الصفة السائدة (Dominant trait) هي الصفة التي تظهر في جميع أفراد الجيل الأول (F_1)، والصفة التي تختفي في الجيل الأول وتظهر في الجيل الثاني تسمى بالصفة المتنحية (Recessive trait)، وأن كل صفة تتمثل بأليلين قد يكونا متجانسين (RRrr, Homozygous) أو غير متجانسين (RrRr, Heterozygous)، وعلى هذا الأساس فقد أطلق مندل مبدأ السيادة التامة (Complete dominance) على ظهور صفة وراثية سائدة في جميع أفراد الجيل الأول عند تزاوج فردين يحملان الصفات المتضادة بصورة نقية.

لاحقاً أثبت التطور العلمي أن بعض الصفات تخضع في توارثها لقوانين مندل، والبعض الآخر يتم توارثها وفق قوانين وآليات أخرى لها مفاهيمها، ومن هذه المفاهيم مفهوم السيادة المشتركة والسيادة المتفوقة والسيادة الناقصة (الجزئية)، وكمثال لآليات التوارث غير المندلي للصفات، ستتعرف فيما يلي على مفهوم السيادة الناقصة وآلية حدوثها:

- **ما المقصود بالسيادة الناقصة؟**

يمكن توضيح مفهوم السيادة الناقصة بالنقاط التالية:

أ- يكون مظهر الجيل الأول في حالة السيادة الناقصة غير مشابه لأحد الأبوين ولكنه يكون وسطاً بينهما في مظهر الصفة المدروسة، أي أن أليلي الصفة يشتركان في إظهار صفة الفرد خليط التركيب الوراثي مُؤدياً إلى اختلاف مظهر الصفة عما في الأبوين. توارث لون الأزهار في كل من نبات حنك السبع (Antirrhinum majus) ونبات شب الليل / نبات الساعة- الرابعة (Mirabilis jalapa) من الأمثلة البارزة لحالات السيادة الناقصة والموضح في شكل (9-15).

شكل (9-15)

السيادة الناقصة في نبات شب الليل (Mirabilis jalapa)

ب- في حالة السيادة الناقصة، يحدث الانعزال في الجيل الثاني (F2) إلى ثلاث مجموعات مظهرية بنسبة 1:2:1 (25٪: 50٪: 25٪)، بدلاً من مجموعتين فقط في حالة السيادة التامة بنسبة 1:3 (25٪: 75٪).

ج- في الجيل الثاني، يكون عدد الأشكال المظهرية (3) مساوياً لعدد التراكيب الوراثية – أي أن لكل شكل مظهري تركيباً خاصاً به- والذي يعني انطباق انعزال النسبة المظهرية على نسبة التركيب الوراثي خلافاً لما يحدث في حالة السيادة التامة.

6-9 التطبيقات العملية لقوانين مندل:

Practical Applications of Mandel's Laws:

توصل علماء الوراثة إلى أن كثير من الصفات الوراثية في الكائنات الحية المختلفة تنتقل من جيل إلى جيل طبقاً لقانون مندل الأول الخاص بانعزال الصفات الوراثية والسيادة والتنحي لها، حيث إن إحدى الصفتين تسود سيادة كاملة وتظهر في جميع أفراد الجيل الأول. فمثلاً تسود صفة اللون الأصفر على اللون الأخضر في بذور البازلاء شكل (9-12)، ومن أهم التطبيقات العملية لقوانين مندل ما يلي:

أ- أن الإصابة بالأمراض الفطرية أو المناعة ضد هذه الأمراض تتوقف على عامل وراثي واحد أو أكثر من عوامل الوراثة المندلية، فقد تكون صفة المقاومة للمرض إما سائدة أو متنحية، فمثلاً عند تهجين نبات قمح مقاوم لمرض الصدأ الأصفر مع نبات قمح آخر قابل للإصابة وجد أن جميع أفراد الجيل الأول كانت قابلة للإصابة بالمرض، فقابلية الإصابة بالمرض في هذه الحالة صفة سائدة على صفة المقاومة، فإذا حدث تهجين ذاتي بين أفراد الجيل الأول، كان ناتج الجيل الثاني كالآتي: $3/4$ الأفراد قابلة للإصابة بالمرض والربع الباقي مقاوم للمرض.

ب- التهجين بين الأنواع المزروعة، والأنواع البرية، من نفس الجنس، إما تحسيناً للصنف، أو لإنتاج سلالة جديدة مقاومة للأمراض.

الانتخاب الفردي في النبات Selection of Individual Plant:

يسمى هذا النوع من الانتخاب بانتخاب السلالة النقية (Pure line selection)، ويقوم به مربو النبات في النباتات ذاتية التلقيح وذلك على أساس انتخاب (اختيار) النباتات ذات الصفات المرغوبة بشكل فردي من بين عدد كبير من نباتات النوع الواحد في بادئ الأمر، ويتم ذلك في عدة سنوات متعاقبة، في كل جيل تنحصر عدد النباتات المنتخبة تدريجياً حتى الحصول على سلالة نقية وراثياً وبأفضل الصفات، وعادةً يتم هذا الانتخاب للنباتات التي تحتوي على أكبر قدر من الصفات الوراثية المرغوبة لضمان ظهور سلالة نقية متفوقة، وعلى هذا الأساس يمكن التعبير عن السلالة النقية بأنها النسل الناتج من نبات واحد أصيل وراثياً ويكون ذاتي التلقيح، وتكون أفراد السلالة الناتجة متماثلة تماماً في مظهرها الخارجي (Phynotype)، وتركيبها الوراثي (Genotype)، لأنها نشأت من انتخاب نبات فردي واحد يتكاثر بالبذور الناتجة عن التلقيح الذاتي الطبيعي. وباستخدام طريقة الانتخاب الفردي للنباتات، فقد زادت نسبة السكر في البنجر السكري من 9 – 18٪.

7-9 الطفـــرات Mutations:

تعـرف الطفـرات بأنهـا تغيرات في المادة الوراثية يمكن اكتشافها مظهرياً، كما أنها لا تعود إلى اقتران جيني عادي، وهـذه التغيرات من الصعب إدراكها في اغلب الأحيان إلا أنها في بعض الأحيان تكون ظاهرة، وتلك الصفات التي تنشأ عن طريق الطفرة يمكن أن تنتقل عادة من النباتات التي حدثت فيها الطفرة إلى ذريتها، أي أنها قابلة للتوارث.

1-7-9 أنواع الطفرات Types of Mutations:

توجد العديد من الطرق لتصنيف الطفرات و فيما يلي أكثر هذه الطرق شيوعاً:

أ- بحسب السبب:

وتنقسم الطفرات بحسب طبيعة السبب إلى نوعين هما:

- طفرات طبيعية Spontaneous Mutations:

يحدث هذا النوع طبيعياً في النبات بدون سبب ظاهر.

- طفرات مُحدثة Induced Mutations:

وينشأ هذا النوع من الطفرات نتيجة معاملة النبات بأحد العوامل الكيميائية أو الفيزيائية.

ب- بحسب مصدر النشأة:

تقسم الطفرات بحسب الأنسجة التي نشأت منها إلى قسمين:

- طفرة جسميـة Somatic Mutation:

وهـي الطفـرة التـي تنـشأ مـن خلـية جـسمية، فـإذا مـا حـدثت الطفـرة في بـرعم إبطـي تـسمى طفـرة برعميـة (Bud Mutation)، وتنتقـــل هذه الطفرة من جيل إلى جيل بواسطة الإكثار الخضري في النبات الـذي لا يتكاثـر جنـسياً، أمـا إذا كانـت هـذه الطفـرة في بـرعم زهـري أو بـرعم خـضري سـيعطي أزهـاراً لاحقاً – والنبات يتكاثر جنسياً – فإنها سوف تنتقل إلى الأجيال القادمة.

- طفرة جنسية Germinal Mutation:

يحـدث هـذا الـنوع مـن الطفـرات في الخلايا الجنسية (الجاميطات)، سواء في حبوب اللقاح أو البويضات، وبالتالي فالفرد الناتج من جنين البذرة يكون حاملاً للطفرة.

ج- بحسب تأثير الطفرة:

- طفرة قاتلة لكل الأفراد المتأثرة بها (Lethal Mutations)
- طفرة قاتلة لمعظم الأفراد المتأثرة بها (Sublethal Mutations)
- طفرة قاتلة لبعض الأفراد (Subvital Mutations)
- طفرة لا تؤثر على حياة أي من الأفراد المعرضة لها (Vital Mutations)
- طفرة تزيد من حيوية الأفراد المعرضة لها (Supervital Mutations)

د- بحسب مقدار التأثير المظهري الذي تحدثه الطفرة:

- **تأثير كبير Macromutations**:

تحـدث في هـذا الـنوع من الطفرات تغيرات كبيرة في الشكل الظاهري يمكن بسهولة تمييزها، وبصفة عامة تكون الطفرات في الصفات النوعية لهذا النوع.

- **تأثير صغير Micromutations**:

يحـدث في هـذا الـنوع من الطفرات تغيرات طفيفة في الشكل الظاهري يصعب تمييزها إلا بتقنيات خاصة، وبصفة عامة تكون الطفرات في الصفات الكمية لهذا النوع.

هـ- بحسب تأثيرها الخلوي:

تقسم الطفرات في هذا النوع إلى ثلاثة أقسام بناءً على الجزء الخلوي الذي حدثت فيه، وذلك كما يلي:

- **طفرات كروموسومية :**

عـند حدوث تغيرات تحدث في عدد أو تركيب كروموسومات الخلية، ويحدث هذا النوع من الطفرات عند المعالجة بالأشعة مثل اشعة جاما.

- **طفرات جينية:**

تنـشأ الطفـرات الجينـية عـند حـدوث تغـيرات في تـرتيب القواعد النيتروجينية المكونة للجين على شريط الـــ DNA، وينــتج هــذا الــنوع مــن الطفــرات غالــباً عــند المعالجــة بمــواد كيميائــية مُطفــرة مــثل مادة Ethyl Methyle Sulphonate (EMS).

- **طفرات سيتوبلازمية:**

يـربط هـذا الـنوع مـن الطفـرات بالتغـيرات التـي تحـدث في الـــ DNA الموجـود في الميتوكونديـريا أو البلاسـتيدات، ويُعـد هـذا الـنوع مـن الطفرات ممثلاً للتوريث السيتوبلازمي (التوريث الأمي)، ومثال ذلك العقم الذكري السيتوبلازمي في الذرة الشامية والذرة الرفيعة والدخن.

2-7-9 أهمية الطفرات:

كما عرفت سابقاً بأنه يمكن تقسيم الطفرات بطرق مختلفة. ولإلقاء الضوء على أهمية الطفرات خصوصاً ما يتعلق باستغلالها في تـربية وتحـسين النـبات، وفـيما يـلي أمثلة للطفرات المفيدة في بعض النباتات البستانية والحقلية، والتي حدثت بصورة طبيعية أو بصورة مستحدثة:

أ - في الـبطاطس، نـشأت كثـير من الأصناف التي تتميز بجودة الدرنات والمقاومة للأمراض، وذلك عن طريق طفرات جسمية.

ب- في البـسلة، ظهـرت طفـرة متنحـية أدى إنـتخابها إلى إسـتنباط صنف جديد ذي بذور خضراء اللون حلوة المـذاق، ومـنه إشـتُقت الأصـناف الحالية النظرة، بدلاً من الأصناف القديمة التي كانت تزرع لأجل بذورها الجافة.

جـ- في نباتات الزينة، ساهمت الطفرات الطبيعية في إنتاج أصناف جديدة في كثير من أبصال الزهور في هولندا، حيث ظهرت حوالي 60 طفرة طبيعية، من صنف التيولب موريل (Murile)، ذي الأزهار البيضاء القرنفلية اللون، أمكن عزل وتثبيت الطفرات في أصناف جديدة ذات ألوان عديدة بين الأحمر الوردي والأصفر والأحمر القاتم، ووزعت هذه الأصناف في حوالي 85٪ من مساحة زراعة التيولب الذي يُعد أحد أهم أبصال زهور الزينة التجارية في العالم.

د- في محاصيل الفاكهة، لعبت الطفرات الطبيعية دوراً هاماً في الحصول على أصناف فاخرة، حيث عزلت طفرات جسمية مفيدة في كثير من الفواكه أمكن نسبتها إلى طفرات عاملية خضرية، ومن أبرز أمثلة تلك الطفرات، الطفرة البرعمية التي حصلت في نبات الخوخ (الفرسك)، والتي نتجت عنها أصناف الخوخ الملساء (النكتارين)، وكذلك طفرة التفاح التي حدثت تلقائياً ونتج عنها صنف التفاح الأحمر الشهير رد ديليشس (Red Delicious).

هـ- في محاصيل الحقل، بدلاً من أصناف الذرة الرفيعة الطويلة التي يتم حصادها باليد، أمكن استنباط أصناف جديدة قصيرة يمكن زراعتها في المساحات الكبيرة حتى يمكن حصادها آلياً بالميكنة الحديثة.

تقـــويم الوحـــــدة التاسعـــة

أجب عن الأسئلة التالية:

1- ما المقصود بعلم الوراثة؟

2- مـا هـي الأطـوار المخـتلفة للانقسامين الخلويين غير المباشر (الميتوزي) والاختزالي (الميوزي) و أين يتم كل منهما؟

3- ما هي الكروموزومات وما أهميتها في حمل الصفات الوراثية؟

4- ما هي الأحماض النووية، ومما تتركب، وما هي طبيعة عملها؟

5- ما المقصود بتوارث الصفات في النبات؟

6- ما هي صفات نبات البسلة التي درسها مندل في تجاربه حول توارث الصفات.

7- ما المقصود بكلٍ من السيادة التامة والسيادة الناقصة؟

8- ما المقصود بالشكل الجيني والشكل المظهري للكائن الحي؟

9- عرف الطفرة، وما هي أنواعها؟

قائمة المراجع والمصادر

أولاً: المراجع باللغة العربية:

1- **الأحياء**، للصف الأول والثاني والثالث الثانوي، مقرر وزارة التربية والتعليم للعام الدراسي 2006-2007م - الجمهورية اليمنية.

2- السحار، قاسم فؤاد (1991م) - **مقدمة في علم تقسيم النبات** (الطبعة الثانية) - الدار العربية، القاهرة- جمهورية مصر العربية.

3- العروسي، حسين و وصفى، عماد الدين (1987م)- **المملكة النباتية** - دار المطبوعات الجديدة، الاسكندرية – جمهورية مصر العربية.

4- العروسي، حسين ووصفي، عماد الدين (1981م)- **مورفولوجيا وتشريح النبات** - دار المطبوعات الجديدة، الاسكندرية – مصر.

5- الغزاوى، فتحي مصطفى (1980م) - **علم النبات لطلبة الصف الثاني بالمدرسة الثانوية الزراعية** - وزارة التربية والتعليم، جمهورية مصر العربية.

6- ديفلن، روبرت م - و ويذام، فرانسيس هـ. (ترجمة) محمد محمود شراقي، وعبد الهادي خضر، وعلي سعد الدين سلامة - ونادية كامل (1985م)- **فسيولوجيا النبات**، (الطبعة الرابعة) - المجموعة العربية- جمهورية مصر العربية.

7- راشد، محمد عبدا لسلام وعبد التواب، فتحي محمد و عبد السلام، علي زين العابدين و طايل، عبد الفتاح عرفة وإبراهيم، سمير عبد العزيز وعوض، عبد الفتاح عبد القادر و حسنين، السيد حسن (2003م)- **أساسيات الوراثة** - جامعة عين شمس، القاهرة- جمهورية مصر العربية.

8- رجب، محمود ماهر و فهيم، مصطفى محمد و عبده، يوسف عبد المجيد و سلامة، السيد أحمد (1986م) **علم أمراض النبات** (الطبعة الرابعة) - جامعة القاهرة- جمهورية مصر العربية.

9- رشدي قطشان ونوال حسن (2003م)- **علم النبات -أساسيات علوم الأطفال** (الطبعة الأولى). دار الفكر، عمان – الأردن.

10- روبرت م دلفن - **فسيولوجيا النبات** (الطبعة الثانية)، ترجمة عبد الحميد بن حميدة ومحمد الجيلاني وحازم الألوسي - منشورات جامعة الفاروق- جمهورية مصر العربية.

11- عبد الجواد هاشم والوهيبي، محمد حمد (1989م) - فسيولوجيا النبات العملية (الطبعة الثانية). جامعة الملك سعود، الرياض- المملكة العربية السعودية.

12- عبد العزيز، مصطفى ومجاهد، أحمد محمد والبازيونس، أحمد (1983م) - النبات العام (الطبعة الخامسة) - مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة- مصر.

13- فولار، هـ. و كاروثاس، ذ. و باين، و. و بالباخ، م. (1977م)- عالم النبات (ترجمة الطبعة الخامسة) قيصر نجيب، وعبد الله الهادي صالح السلطان، وعبد المطلب سيد محمد - وزارة التعليم العالي والبحث العلمي جامعة الموصل- جمهورية العراق.

14- مجاهد، أحمد محمد و شلبي، أحمد فؤاد و باصهي، عبد الله يحيى (1983م) - النباتات عاريات البذور (الطبعة الأولى) - جامعة الملك سعود، الرياض- المملكة العربية السعودية.

15- مينكل، ك. و كيربي، ى. آ. (ترجمة) سعد الله نجم عبدا لله النعيمي (1984م) - مبادئ تغذية النبات - وزارة التعليم العالي والبحث العلمي جامعة الموصل- جمهورية العراق.

16- الشبكة العنكبوتية الدولية (الإنترنت).

ثانياً: المراجع باللغة الإنجليزية:

1- Balakrishna, T.A. (2005). **A text Book of BIOLOGY**. Sapna Book House, Bangalore –India.

2- Bender, A. and Kumar, A. (1999). **Practical Botany I &II**, (7th Edition), Rastogi Publications, India.

3- Bender, A. and Pand, P.C. (1995-96). **Introductory Botany**. 1st Edition Rastogi Publications, India.

4- Hartmann, H.T. and Kester D.E. (1975). **Plant Propagation (Principles and practices)**, 3rd Edition, Prentice-Hall, Inc. USA.

5- Khalil, A., El baz, A., Amin, A., Naguib, M. and Salama, A. (1978). **General Botany**, Cairo University Press, Egypt.

6- Singh, B.D. (2004). **Fundamentals of Genetics**, (4^{th} edition). Kalyani Publishers, India.

7- Singh, V. and Jain, D.K. (1997). **Taxonomy of Angiosperms**. (2nd Edition), Rastogi Publications.

8- Starr, C. and Trgart, R. (1995). **BIOLOGY, the Unity and Diversity of Life**. (7^{th} edition). Wadsworth publishing Company, USA.

9- Subrahmanyam, N.S.(1997). **Laboratory Manual of Plant Taxonomy**. 1st Edition. Vikas Publishing House Pvt. Ltd, India.

10-World wide web (Internet).